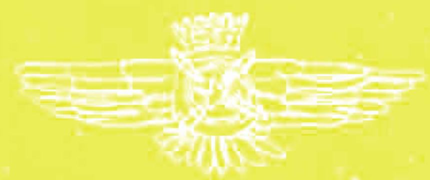
REVISTA DE AERONAUTICA

Y ASTRONAUTICA



JULIO, 1968

NUM. 332

REVISTA DE AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA

PUBLICADA POR EL MINISTERIO DEL AIRE

AÑO XXVIII - NUMERO 332

JULIO 1968

Depósito legal: M. - 5.416 - 1960

Dirección y Redacción: Tel. 2 44 26 12 - ROMERO ROBLEDO, 8 - MADRID - 8. - Administración: Tel. 2 44 28 19

SUMARIO

Número corriente ... ... 15 pesetas. Suscripción semestral... ... 90 pesetas.

Número atrasado ... ... 25 » Suscripción anual ... ... 180 »

Suscripción extranjero... ... 300 pesetas.

MOSAICO MUNDIAL

Por R. S. P.

No basta con el avión.

Podríamos dar muchas cifras. Impresionantes todas. Pero daremos una sola, que parece suficiente para exponer el problema: El número de pasajeros aéreos aumenta en un 15 por 100 anual. Eso significa que dicho número se duplicará dentro de cinco años, y que dentro de diez habrá que multiplicarlo por siete. No hace falta, como vemos, tabla de logaritmos, ni aparecen, por parte alguna, largas ecuaciones infectadas de integrales a resolver, o de incógnitas a despejar.

El cálculo es bien simple. Nos dicen, por ejemplo, que el tráfico en el Aeropuerto de Chicago fué de 24 millones de pasajeros en 1966, y nos piden los que tendrá en 1976. Pues bien: $24 \times 7 = 178$. En este mundo las cosas verdaderamente grandiosas suelen ser así de sencillas.

Lo que ya no ofrecerá tanta sencillez será el colocar en la ciudad de destino a este enjambre de pasajeros que se nos echa encima. Para ello—entre otras—harán falta principalmente cuatro cosas:

En primer lugar, aviones que puedan hacer frente eficazmente a esta avalancha de viajeros. Inmediatamente después, instalaciones, tanto en tierra como a bordo, que garanticen el control de la circulación aérea en forma segura y eficaz; en tercer lugar, la implantación de una serie de medidas en los aeropuertos para que no se detenga el viajero con trámites burocráticos y para que, con la mayor rapidez, se le entregue su equipaje y se le coloque en el medio de transporte que va a llevarle a la ciudad; y, por último, que este trayecto Aeropuerto-Ciudad sea breve y cómodo, a despecho del número de viajeros que afluya al terminal.

El primer elemento que entra en juego, el avión, ya está ahí, al alcance de la mano. Sus distintas versiones recibieron diferentes denominaciones. Tenemos, por un lado, el avión concebido para transportar gran número de pasajeros en vuelos a gran distancia: El "Jumbo Jet". Ejemplo típico, el Boeing 747, que podrá llevar 375 pasajeros a 6.300 kilómetros de distancia a una velocidad de 960 Km/h., en los primeros años setenta.

Como un caso particular, dentro de este tipo de aviones que hoy nos parecen gigantes, podríamos incluir al avión supersónico, ó SST. (Este llamar a las cosas por siglas, que debemos al sentido práctico del anglosajón de la *medium Initial,* nos hace añorar aquellas locomotoras de los primeros tiempos del ferrocarril, tripudas ellas, con muchos humos, altas chimeneas y una placa al costado que rezaba: *Carolina* o *La Flor de Nueva Orleáns ...*)

Otro tipo de avión presto a entrar en servicio es el "Aerobús", para distancias más cortas, de unos tres mil y pico de kilómetros que llevará 300 pasajeros a 980 Km/h.

En este caso, los que no están conformes con la denominación son las propias empresas constructoras, y no les falta razón, ya que el pasajero dispondrá de mucho más espacio que en los aviones actuales, y el concepto que los inspira tiende más hacia las comodidades de un buque de lujo que a imitar el interior de un autobús. Ahora pretenden que se llame "Baby Jumbo" a este avión, pero sospechamos que ya llegan tarde, pues lo de "Aerobús" hizo fortuna.

Por otro lado, para vuelos de hasta 500 kilómetros y como futuros enlaces entre los aeropuertos terminales de líneas trasatlánticas y los diversos centros urbanos, se presenta avasallador el "helicóptero compuesto", que lleva una combinación de rotor rí-

gido y de ala de avión. El primero le permite reducir en un 30 por 100 el número de piezas, con respecto al de un helicóptero normal, y le hace más estable, hasta el punto de que puede volarse sin tocar la palanca de mando, y el ala fija de avión descarga las palas giratorias y reduce la resistencia al avance. En un futuro próximo replegará y ocultará el rotor en el aire, quedando convertido en avión de silueta convencional. A este tipo de aeronave se le llama "helicóptero mixto". Constituirán un magnífico complemento para el tráfico aéreo del mañana.

No hablaremos de la mercancía, porque en estas líneas estamos considerando sólo los pasajeros. Diremos únicamente que el índice de crecimiento de su transporte por aire es mayor aún que el relativo a personas, y al lector que tenga interés en comprobar cómo, en este caso, también el avión responde al requerimiento, le aconsejamos que lea los datos sobre el L-500 (versión civil del transporte militar C-5) o que repase el artículo que publicó en el número anterior de esta REVISTA, un prestigioso Jefe del Ejército del Aire, quien—quizá por proceder del Arma de Caballería—nos dice que la tendencia actual es hacia el "aeroplano grande, ande o no ande", pero con la particularidad de que, en este caso, además, "anda que se las pela".

Hasta aquí los aviones que pronto entrarán en servicio; por otra parte, se trabaja ya en los diseños de los aviones de un futuro más lejano. Un representante de la Compañía Air Canada pronostica que, para el año 2000, todas las aeronaves serán vehículos sin alas y sin ruedas. Consistirán en "cuerpos de sustentación", algo parecido a los "lifting bodies" que se experimentan en la actualidad para la toma de tierra de una nave espacial, sino que dotados de una serie de motores de empuje horizontal y otros de empuje vertical para la sustentación.

También parece que la Técnica ha hecho factible que, para antes de fin de siglo, pueda construirse el avión de propulsión nuclear, con un empuje de un millón de libras y capaz para 1.000 pasajeros. De momento, el único escollo que se le ve es el del precio.

En pocas palabras, que para satisfacer el problema del tráfico aéreo en los años que se nos avecinan, por parte de la aeronave, no existen pegas. Contamos con los aviones..., pero no basta. Paradójicamente, las dificultades del tráfico aéreo anidan en tierra.

Respecto al control de la circulación aérea, se impondrá necesariamente, en un futuro próximo, la automatización. En las pantallas radar en tierra, junto al eco de cada avión, saldrá el número del vuelo y la altura y la velocidad respecto al suelo. Cuando estos dos últimos datos cambien en el avión, cambiarán también automáticamente en la pantalla.

Cuando un avión entre en la zona de control de un terminal será interrogado automáticamente por el Centro de Información de dicho terminal. El piloto no interviene; se limita a observar una señal que le indica que su avión está siendo interrogado. El equipo especial del avión se encarga de transmitir los datos que lleva almacenados, al centro de control, donde pasan por un ordenador que calcula la trayectoria óptima y se la comunica inmediatamente al avión. El ordenador de tierra se encarga de que los aviones lleguen al punto de aterrizaje con la separación precisa. Un proceso análogo se sigue con los aviones que despegan. En la navegación a largo alcance se utilizarán, además, sistemas inerciales, y el futuro piloto, más que el operador de un ingenio que valdrá de 10 a 40 millones de dólares, será su supervisor, capaz—eso sí—de hacerse cargo de los mandos en caso de emergencia. Su función se parecerá cada vez más a la del astronauta.

El tercer punto que señalábamos era el de los trámites aeroportuarios. Tampoco faltan aquí las ideas, como la de utilizar una tarjeta, en vez de pasaporte, que pueda ser comprobada electrónicamente, descentralizar las inspecciones, utilizar pasarelas telescópicas y otra serie de medidas con marcada tendencia a la automatización.

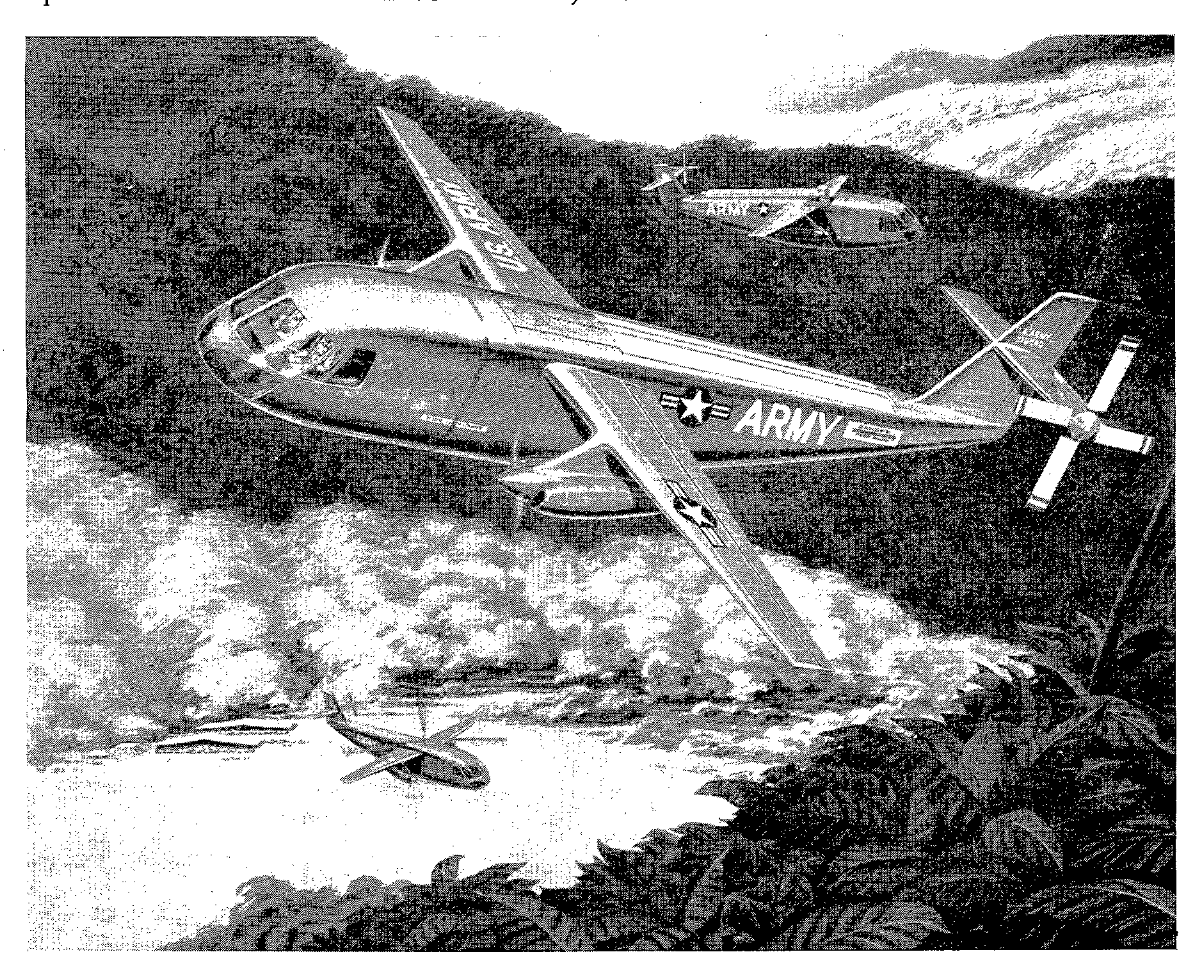
En cuanto al último punto considerado: el trayecto Aeropuerto-Ciudad, más que problema de automatización o de inspiración genial, lo es de poner simplemente manos a la obra. Las ideas aquí son simples: Hay que multiplicar las autopistas, prolongar ramales del metro o ferrocarriles subterráneos hasta el mismo aeropuerto, crear helipuertos, estudiar las posibilidades del *aerotren* que se va a experimentar en Francia y que se desliza por un riel, basado en el mismo principio que los aerodeslizadores, etc.

Pero hay que empezar ya. Y no estudiar estos cuatro puntos por separado, sino conjuntamente. Para eso existen ya por el mundo magníficos equipos de personas especializadas en Análisis de Sistemas. La instalación en tierra de los equipos para la automatización del tráfico aéreo y las obras de acceso a los aeropuertos de mañana (aeropuertos que tendrían 3.000 hectáreas de extensión) no son cosa de un día ni de cuatro perras gordas, lo que sí son es imprescindibles para el país que quiera seguir en el cauce del flujo aéreo de los años próximos.

Ya pueden solicitarse los aviones. Los otros factores que intervienen en la regulación del tráfico aéreo incrementado, también parecen resueltos sobre el papel. Entonces, ¿cuál es el problema?, ¿qué es lo que falta?, ¿dinero, tal vez?

A estas preguntas será mejor que conteste individualmente la Administración Pública de cada país.

Cuentan que el agente de una empresa que fabricaba aparatos electrodomésticos se presentó en una casa, donde dijo que iba a hacer una demostración del último modelo de aspiradora. Para asegurarse una demostración perfecta, derramó abundante suciedad por toda la casa, vació los ceniceros sobre las alfombras y sacudió polvo por toda la habitación. Una vez que lo tuvo todo bien sucio, preguntó a la señora: —Bueno, vamos a ver, ¿dónde enchufo ahora el cordón? A lo cual ésta contestó: —Lo siento de veras, pero en esta casa no disponemos de electricidad.



El "helicóptero mixto" plegará y ocultará, en vuelo, las palas del rotor, quedando convertido en un avión de silueta convencional.

Hielo radiactivo.

De todos es sabido que 200 aviones B-52, bombarderos pesados del Mando Aéreo Estratégico de los Estados Unidos, ayudados por 600 aviones-cisternas, habían montado un servicio de seguridad que consistía en volar durante veinticuatro horas al día y trescientos sesenta y cinco días al año, en diferentes turnos, cargados con bombas termonucleares dispuestos a lanzarlas. en cuanto se les diera la orden, en el lugar previsto de antemano. Despegaban de una Base de los Estados Unidos, repostaban en vuelo, merodeaban por las inmediaciones de lo que Churchill llamó telón de acero y regresaban a su Base de despegue, sin hacer escala intermedia. Así, en caso de ataque comunista a las Bases, por sorpresa, quedaban asegurados estos aviones para la represalia.

De pronto, este servicio ha sido suprimido, y uno se lo explica al leer la descripción que hace Albert Ducrop, en "l'Express", del accidente ocurrido en Thule el 21 del pasado mes de enero. Ya en Palomares sonó fuertemente la alarma, y todos recordamos los esfuerzos americanos y españoles para recuperar las bombas nucleares, e incluso la lamentable picaresca de los que nada se habían esforzado.

El segundo B-52 que se estrelló, cargado también con cuatro bombas termonucleares, lo hizo contra el banco de hielo, a 13 kilómetros de la Base americana de Thule. Pero este accidente ha sido mucho peor que el de Palomares, según se desprende de las investigaciones de la Comisión de Energía Atómica, que se desarrollaron en las durísimas condiciones de frío y viento de la noche polar.

Los siete tripulantes se habían lanzado en paracaídas y el B-52 entró en un picado a la vertical y se estrelló contra el hielo a velocidad supersónica. Entonces sucedió lo imprevisto, los cuatro potentísimos detonadores de las bombas atómicas hicieron explosión y la energía que desprendieron, unida a la energía cinética del avión, hicieron que éste se desintegrara y desapareciera casi totalmente.

Las bombas, teóricamente, no podían explotar, pero al ver que los detonadores lo hacían por accidente, ¿no podría ocurrir otro accidente o corto-circuito que liberara el seguro de las bombas? Posiblemente ésta haya sido la causa principal de que se suspendan dichos vuelos, pero, además, es que a los Estados Unidos les ha salido bien cara la aventura.

Las bombas resultaron completamente destruídas, el plutonio se esparció por todas partes y el banco de hielo quedó contaminado por este peligrosísimo elemento que, aun en pequeñas dosis, puede provocar deformaciones hereditarias y lesiones graves.

La primero que hizo la comisión investigadora fue averiguar la posible contaminación de la fauna (que aquí se compone casi exclusivamente de focas) y de los hombres, y les tranquilizó, de momento, el comprobar que éstos no probaban la carne de foca, pero la mala suerte hizo que el lugar del accidente fuera el que utilizaban los pájaros para poner sus huevos, y esto suponía el riesgo de contaminación de toda la Tierra. Había que evitarlo a toda costa.

Entonces se delimitó el área de hielo contaminado, que resultó ser una zona de seis kilómetros de largo por uno de ancho y, aprovechando el reblandecimiento del hielo, se procedió a transportarlo todo él, en recipientes metálicos, a Oak Ridge, donde, una vez fundido y decantado, aparecerán las partículas de plutonio. Se medirá la masa de plutonio recuperado, y, si falta mucho para llegar a la que llevaba el B-52, volverán a buscar el que falte.

Al fundirse el hielo, mucho de este plutonio es casi seguro que habrá bajado hasta el fondo del mar y, aquí vuelve a intervenir la mala suerte, pues bajo el banco de hielo, en el lugar del accidente, se encuentra una fosa de 250 metros de profundidad que dificultará aún más la tarea de los submarinos especiales que irán a recuperar el plutonio. En conjunto, como vemos, toda una chapuza.

En estos días, en que los americanos se felicitan por el tratado que impedirá la proliferación del armamento nuclear por el mundo, sospechamos que los miembros de estas comisiones investigadoras se felicitarán doblemente por el decreto que impedirá la proliferación de los vuelos, por todo el mundo, del armamento nuclear de los americanos.

REVISTA DE AERONAUTICA
Y ASTRONAUTICA

CULTIVOS SIN TIERRA PARA NUTRICION DE MILITARES EN ZONAS HOSTILES O AISLADAS

Por JOSE LUIS GONZALEZ BERNALDO DE QUIROS
Capitán de Aviación (S. T.)

Segundo premio, Tema «B» del XXIV Concurso de Artículos «N.ª S.ª de Loreto».

1.—El más importante elemento con el que se cuenta para conseguir una victoria bélica es el hombre. Para que el hombre, como elemento físico, pueda ser utilizado, es necesario pensar en su conservación. Las necesidades para la conservación del hombre pueden agruparse en tres fundamentales: *Víveres, Vivienda* y *Vestuario*. De las tres, *Víveres* es la más importante. Un hombre, sin casa, vivirá mal, pero persiste, puede improvisar un refugio con facilidad, y aun esto, si el clima es favorable, no es preciso. El *Vestuario*, con el que se incorpora a su misión o acción bélica, puede durar mucho tiempo. Un ser vivo, sin comer, queda limitada a pocos días su vivencia, y aun estos días, con gran pérdida de facultades a partir del cuarto de carencia nutritiva.

La alimentación humana, correspondiente a un omnívoro heterótrofo, es compleja. La Bromatología Humana estudia este problema, y la Fisiología ha determinado que el metabolismo del hombre necesita para la incorporación y utilización de los elementos nutritivos, hormonas, enzimas y vitaminas. Las vitaminas, elementos bioquímicos complejos, no son estables, y muchas no se prestan a su conservación o su permanencia eficaz, es corta.

La deficiencia vitamínica al ingerir solamente alimentos conservados o bien en gamas de alimentos de un sólo grupo producen enfermedades carenciales; escorbuto, disentería, pelagra, etc. Sólo puede evitarse esto consumiendo alimentos vegetales frescos que poseen una gran cantidad de vitaminas, única vía por la que el hombre puede adquirirlas, pues a diferencia de las hormonas y gran parte de las enzimas, el propio organismo es incapaz de prepararlas.

Dos problemas pueden presentarse a un ejército en operaciones para el suministro de vegetales frescos:

1.° La zona de operaciones está aislada y no existen cultivos para las condiciones edafológicas adversas o por destrucción de los cultivos.

2.° Los vegetales que podrían consumirse no son dignos de confianza por estar sometidos a la acción de productos tóxicos (guerra química, biológica o atómica).

En ambos casos el ejército debe estar preparado para producir en poco espacio y corto tiempo los vegetales capaces de cubrir sus necesidades nutritivas completas.

Esta necesidad la sienten hoy las fuerzas armadas de todos los países. La Segunda Gran Guerra nos legó esta necesidad. En el transcurso de la guerra del Pacífico los japoneses y norteamericanos instalaron cultivos hidropónicos, en barcos e islas volcánicas, con resultados satisfactorios, y fueron la base de las instalaciones que hoy se extienden en todo el mundo. Japón, Rhodesia, Israel, Inglaterra, Nyasalandia, Estados Unidos, Suiza, Rusia, Irak, Australia, Sudáfrica, han sido pioneros de esta nueva técnica, que hoy abarca ya todo el globo.

El Ejército norteamericano cuenta con instalaciones gigantes propias en Wake Island, Ascensión, y solamente en Tokio cuenta con 35 hectáreas en cultivo hidropónico, de las cuales tres son bajo cristal. Las instalaciones de la isla de la Ascensión son exclusivamente para la USAF, y por su carácter reservado se carece de datos.

En Inglaterra, el Capitán Mullard ha conseguido resultados brillantes, y hoy cuenta con una gran instalación que incluso produce vegetales en condiciones económicas ventajosas sobre los cultivos tradicionales.

En este tema también están interesados las Compañías petroleras y, en general, las explotaciones comerciales, dentro de zonas subdesarrolladas agrícolamente o estériles. Esto ha conseguido que una técnica nacida hace menos de treinta años hoy está apoderándose de la atención agronómica de todos los Gobiernos.

España, país agrícola (30 por 100 de la población activa son obreros de campo), tiene un historial brillante en esta técnica; buen ejemplo son los cultivos en arena del Levante y Sur, que quizá nacieran para los ejércitos árabes, pero desgraciadamente, mientras que el resto de las naciones han avanzado, nuestro país ha retrocedido.

Experiencias españolas se realizan en Cartagena por la Unión Española de Explosivos, con una estación comercial para comprobación de abonos. La de mayor interés para las Fuerzas Armadas está establecida en Puerta de Hierro (Madrid). Estos cultivos artificiales se comenzaron el año 56 por don Gabriel Bornás, y continúan al fallecimiento de éste por don Joaquín Miranda, del Registro de Variedades de Investigaciones Agronómicas. Desgraciadamente la falta de medios y personal no ha permitido desarrollar las experiencias de tanto interés militar y civil. En ellas se apoya este trabajo.

2.—Cultivos hidropónicos.

Generalidades.

El fundamento técnico de los cultivos hidropónicos es elemental. El vegetal necesita luz, temperatura, elementos químicos y condiciones físicas para su vida. Agronómicamente, el hombre actúa sobre estos agentes para controlar el desarrollo de los seres botánicos. Su primera iniciativa fué trabajar la tierra, es decir, mejorar las condiciones físicas del suelo. Actúa sobre la temperatura, cubriendo y calentando el medio. Intensifica, con los riegos para neutralizar las condiciones adversas o necesidades exóticas. Abona, para mejorar las condiciones químicas. Acude a iluminación artificial para acortar los ciclos. Pero en todas estas fases actúa sobre medios naturales, modificando y siempre cargando con el peso muerto del medio natural que interviene a veces como factor desconocido y en muchas ocasiones como agente nocivo. Los cultivos hidropónicos o cultivos artificiales, nombre más apropiado, pues define su característica, se apartan de cualquier factor no controlado, utilizando los medios naturales conocidos y determinados, y sólo sirve al ser botánico, poniendo su técnica controlada para cubrir sus necesidades, consiguiendo de esta manera efectos espectaculares.

La práctica de los cultivos artificiales consiste en alimentar a la planta en momento y cantidad controlados, consiguiendo acortar los ciclos botánicos y aumentando las producciones, reduciendo superficie necesaria para cultivo en cifras de uno o más órdenes, hasta el punto de recibir la denominación de "Cultivos sin Tierra". Como aclaración señalaremos que en California se ha obtenido, como media de diez años, cultivando con soluciones nutritivas, 625 Tm. por Ha. de tomate, con un ciclo de sesenta días, mientras en cultivo normal, en este mismo perío-

do y lugar, se obtenían 12 Tm. por Ha., en un ciclo superior a los cien días. Las cifras citadas creo son lo suficientemente indicativas, como para demostrar el interés de solucionar problemas nutritivos a personal concentrado o con dificultades de espacio, medio y ambiente.

Estudio de los elementos.—Substratos o materiales de sostén.

Tamaño y forma.—El falso suelo debe ser lo suficientemente fino para tener permeabilidad, permitir la penetración de las raíces, no gravitar sobre las raíces profundas y no formar estructuras fijas.

El grueso viene determinado por la condición de no ser cementable, pues al formar parte se crearían zonas no penetrables o posibles formas fijas, que darían lugar a "islas independientes", con actividad química distinta de la perseguida al ser incontrolada.

La forma esférica, por cualidades geométricas, es la que mejor cumple las condiciones de permeabilidad y soltura. Si la forma no es esférica, en ningún caso deben presentar filos cortantes.

Entre 2 y 8 mm. son los diámetros más idoneos.

Dureza. — Evitar materiales frágiles y blandos que cambian los tamaños iniciales.

Vermiculita, arenas de miga, tierras volcánicas, escorias, y hoy se ensayan formas vegetales, como tierras de brezo, musgos, etcétera.

Porosidad.—Es favorable siempre que no atente a la dureza. En investigación pura, no debe emplearse el material poroso por su inercia a las modificaciones del medio, y no permite controles instantáneos ni cambios rápidos de fórmulas nutritivas.

Composición.—Deben ser inactivos. La actividad caliza a veces hay que soportarla, pues los compuestos de esta materia son los suelos más frecuentes y, por tanto, económicos. Debe tenerse en cuenta esta faceta para precisarla, suprimiendo este elemento en las soluciones nutritivas, neutralizando los excesos para mantener el pH. entre 7,5 y 6,8, precipitando con sales de hierro, manganeso o boro.

Las escorias deben lavarse y airearse, pues presentan con mucha frecuencia gases nocivos.

El pH. se eleva con hidróxido potásico o amónico. Se baja usando ácido sulfúrico o fosfórico.

Instalaciones. - Condiciones.

1.° Posibilidad de completar todo el ciclo vegetativo sobre la instalación.

2.° Depósito controlable para la solución nutricia.

3.° Dispositivo para incorporar oxígeno.

4.° Posibilidad de cambiar la solución.

5.° Una vez finalizado el cultivo deben permitir la limpieza y, por razones económicas, ser recuperables.

Formas utilizadas.—La forma más elemental es un depósito impermeable, de capacidad variable según tamaño, necesidades y número de las plantas; desde un vaso de uso doméstico a una balsa. Un soporte que podrá ser algodón, malla o cualquiera de los substratos ya especificados.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas emplea 4 balsas de altura de meseta (0,80 m.). Dos de 10,36 por 0,90 metros, y profundidad 0,30 metros, y otras 2 de 5,60 por 0,90 metros, y 0,30 de profundidad. Se empleó el cemento, cubierto de Flinkote, pintura asfáltica impermeable e inalterable a los líquidos nutrientes. Los desagües de alcachofa impiden el rebose, manteniendo nivel constante que se alimenta por medio de flotadores, pudiendo, por tanto, producirse circulación continua a nivel fijo. La fuerza motriz para movimiento del líquido nutritivo se consigue con una bomba eléctrica en cada circuito, que están dotados de tanques de control para vigilancia, conservación y limpieza. Pueden considerarse estas instalaciones como modelos, ajustadas a las normas más exigentes para cultivos sin tierra.

Soluciones nutritivas.

Agua.—Las aguas duras, es decir, con riqueza de cal y magnesio, son las más indicadas para el cultivo hidropónico, no contie-

nen sodio y en cambio el magnesio favorece el cultivo.

Las aguas cloradas, precaución hoy necesaria en las potables hasta un 10 por un millón, tolerado por los seres de sangre caliente es letal para vegetales. Depositando agua, en presencia de la luz durante tres días sin desarrollar algas, es agua clorada y por tanto contraindicada.

Las aguas viejas, aguas depositadas y quietas, pierden oxígeno, deberán moverse convenientemente antes de su empleo, pero tienen las ventaja de no ser nunca cloradas.

Las aguas blandas, contienen sodio que no favorece la incorporación de cal a los vegetales, impidiendo un desarrollo normal y debilitando los tejidos de sostén.

Macroelementos.

Nitrógeno.

Potasio.

Calcio.

Fósforo.

Magnesio.

Azufre.

El Nitrógeno, en forma de nitrato potásico y amoníaco da lugar a los aminoáceos y de ellos pasa a las proteinas. El 40 ó 50 por 100 de la materia seca del protoplasma son proteinas. El Potasio, activa la circulación de savia y en unión del Azufre crea la resistencia a las enfermedades. El Calcio mantiene las envergaduras. El Fosfato, estimula la formación de semillas y en general actúa sobre la reproducción, ampliando la duración de los frutos. El Magnesio, activa las reacciones químicas.

Microelementos y Oligoelementos.

Hierro.

Manganeso.

Boro.

Cobre.

Cinc.

Molibdeno.

Son necesarios para la constitución de las enzimas principalmente. Sólo trazas son suficientes, cualquier sobredosis es nociva o letal.

Fórmulas.

Condiciones generales.

a) La proporción de elementos presentes debe ser invariable.

b) El nivel de Nitrógeno y su concentración es el factor de vigilancia.

c) El pH debe mantenerse dentro de índices fijos.

d) A mayor intensidad de luz, con temperatura fija, corresponde más consumo de nitrógeno. La disminución de la luminosidad, aún subiendo la temperatura, produce un descenso de necesidades de nitrógeno.

e) El agua, se absorbe más rápidamente que los nutrientes.

Fórmula tipo.

Nitráto Potásico	847	gr.	m^3
Sulfato Amónico	550	"	"
Sulfato Magnésico	129	"	"
Fosfato Monocálcico	124	"	"
Citrato de Hierro Amoniacal	2	"	"
Acido Bórico	1	"	"
Sulfato de Manganeso	1	"	"
Sulfato de Cinc	1	"	"
Sulfato de Cobre	0,2	"	"

Deficiencias.

Nitrógeno.—Follaje verde claro o amarillento. Entrenudos largos o muy cortos. Hojas pequeñas. Ramas escasas. Raíces muy desarrolladas.

Fósforo.—Follaje verde oscuro. Crecimiento lento. Caida prematura de hojas. Manchas purpúreas en peciolos. No termina el ciclo de formación en la semilla. Flores incoloras o pálidas.

Potasio.—Hojas viejas con manchas negras y castañas. Bordes amarillentos.

Magnesio.—Clorósis. Hojas curvadas hacia el interior. Floración retrasada.

Hierro.—Hojas nuevas cloróticas entre nervios, mientras que éstos permanecen verdes.

Manganeso.—Manchas muy escaqueadas en

las hojas, de colar castaño oscuro. Hojas jóvenes descoloridas, algunas abarquilladas.

Azufre.—Hojas verde claro y nervios blanquecinos. Las hojas caídas tardan en tomar colores necróticos.

Calcio.—Yemas terminales sin abrir. Los fóliclos terminales se quedan en forma infantil. Los pelos absorbentes radicales mueren.

Es característico de los cultivos nutricios gran velocidad de reacción, ante deficiencias o dosis adecuadas en las fórmulas alimenticias. Cualquier anomalía nutritiva, en este tipo de cultivos se solventa en plazos inferiores a las ocho horas, mientras en cultivos normales estos plazos pueden ser de meses y no siempre, pueden determinarse y menos corregirse. Esta facilidad, de determinación para fórmulas alimenticias, han hecho a los cultivos objeto de éste tema la base fundamental de cualquier sistema nutritivo que queremos analizar.

Conclusiones.

En la exposición de este tema, se ha pretendido solamente crear inquietud, sobre una técnica nueva de gran interés militar. No es posible, en este trabajo reducido, lograr recoger todos los métodos y distintas teorías que nacen continuamente en el mundo, pretendiendo facilitar, sobre todo económicamente estos cultivos. Desde luego, se ha ignorado, por suficientemente determinado y fuera del centro del tema; iluminación, calefacción, construcción, ventilación, automatismo, mecánica y botánica.

El "B. O. A." núm. 82 de 9 de julio del 1966, publica una Orden de la Presidencia del Gobierno, creando el Departamento de Nutrición de las Fuerzas Armadas, abriendo en España una nueva etapa de inquietud y posibilidad para que los "Cultivos sin Tierra", puedan evolucionar en el seno del Ejército, al igual que en otras naciones y que como en casi todas las técnicas pueda el patronazgo de las armas, servir de escuela y luego aprovechamiento y mejora de la economía patria dentro de la paz.

La política actual, activando la hermandad entre vida castrense y civil (Escuelas de Analfabetos, Tractoristas, Electrónica, Mecánica, etc.), marca la pauta que ya el Ejército del Aire había introducido (Escuela de Ingenieros Aeronáuticos, Aeroclubs, Vuelo sin Motor, Aeromodelismo, etc.) Estos antecedentes, permiten ver con esperanza, un futuro próximo, en que la Agricultura y la Aviación, campos de cultivo y campos de aterrizaje, vivan más estrechamente unidos. Los primeros vínculos, están realizados; tratamientos aéreos, topografía aérea, transportes, son servicios que se prestan al campo desde el aire, conservación de campos de aterrizaje, ornamentación vegetal de bases, granjas, son servicios que se prestan al aire desde tierra. Siguiendo esta corriente, para el mejor servicio de la Patria, sería conveniente:

1.° Establecer una estrecha relación con el Ministerio de Agricultura para conocer, en profundidad, el estado actual de los trabajos sobre Cultivos Hidropónicos, dentro de Investigaciones Agronómicas.

2.° Estimular la investigación del tema, sobre todo en la faceta de aplicación inmediata a la milicia.

3.° Facilitar el Ejército del Aire sus poderosos medios, para establecer campos de ensayo en colaboración con el Ministerio de Agricultura.

4.° Preparar, dentro de la organización de nuestro Ejército, personal y medios para la exploración de los estudios y ensayos realizados.

5.° La doctrina, consecuencia de los cuatro apartados anteriores, establecerá escuela, con indudable resonancia en la posterior vida civil del personal que primero haya rendido su eficacia en la vida militar.

BIBLIOGRAFIA

Commercial Hydroponics.—Maxwell Bentley.

Culture Potagere Moderne.—André Belot.

Fitogenética.—E. Sánchez-Monge.

Floricultura.—G. Bornás.

Horticultura y Floricultura sin tierra.—Turner y Henry.

Manual de Horticultura.—Dr. D. Tamaro.

The Complete Guide to Soilless Gardening.—William F. Gericke.

ESTABILIZACION DE LOS SATELITES POR GRADIENTE DE GRAVEDAD

Por DEMETRIO IGLESIAS VACAS
Catedrático.

I

Un gran número de misiones espaciales (observación de los fenómenos meteorológicos, medidas geodésicas, satélites de comunicaciones...) exigen que un eje privilegiado del satélite esté orientado hacia el centro de la Tierra (dirección de la geocéntrica local, en la figura 1.ª la recta OT). Esta orientación puede ser conseguida de una manera puramente pasiva, utilizando las propiedades del campo gravitatorio terrestre. Concretamente, la propiedad de que en el campo gravitatorio terrestre hay un gradiente de gravedad. Que el campo gravitatorio terrestre va disminuyendo de punto a punto con la distancia al centro de la Tierra. Esta orientación por "gradiente de gravedad" tiene estas cualidades positivas: no consume energía (la energía nace como consecuencia de existir ese gradiente), la masa del sistema de estabilización es relativamente pequeña (la masa de los amortiguadores que haya que embarcar es mucho menor que la que corresponde a los micropropulsores o bobinas magnéticas que hay que usar en otros sistemas de estabilización); esta masa es independiente de la duración de la misión, y es prácticamente independiente de la masa total del satélite.

Para lo que va a seguir será conveniente fijarse en la figura 1.ª Empecemos por considerar un satélite esquemático formado por dos masas *(m)*, situadas en los puntos M_1 y M_2, unidas entre sí por una barra rígida desprovista de masa. El centro de inercia del sistema será el punto O, punto medio de la distancia $M_1 M_2$. Y el eje mínimo de inercia será una recta que pase por el punto O y sea perpendicular a la recta $M_1 M_2$. La fuerza de gravedad (f_1) sobre la masa situada en el punto M_1 será:

$$f_1 = \frac{\mu}{(M_1 T)^2}.$$

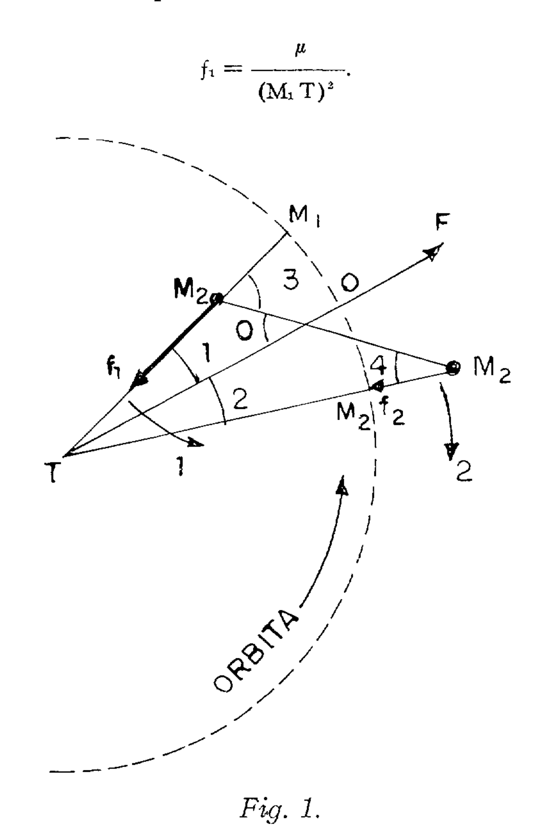


Fig. 1.

La fuerza de gravedad sobre la masa del punto M_2 será:

$$f_2 = \frac{\mu}{(M_2 T)^2}.$$

μ es la constante gravitacional de la Tierra, que vale: $39{,}85.10^4$ Km^3. seg^{-2}.

Como vemos, la fuerza f_1 es mayor que la fuerza f_2 y el cociente.

$$\frac{f_1 - f_2}{TM_2 - TM_1}$$

es el valor del gradiente de gravedad.

Sobre el satélite actúan las fuerzas f_1 y f_2 (cuya resultante será de la misma dirección, pero de sentido contrario que la de inercia F). Esta resultante, juntamente con la centrífuga, será la responsable de las características de la órbita. Pero también actúan dos momentos. El momento debido a la fuerza f_1 tenderá a hacer girar al satélite en el sentido de la fecha $\vec{1}$. El momento originado por la fuerza f_2 tenderá a hacer girar al satélite en el sentido de la flecha $\vec{2}$. El módulo del primer momento es: $f_1 . OH_1$, y el otro vale: $f_2 . OH_2$. La posibilidad de estabilizar por este método estriba en que esos dos módulos son desiguales. Es mayor el primero que el segundo (porque f_1 es mayor que f_2, y también OH_1 mayor que OH_2), y habrá un momento resultante de valor: $f_1\ OH_1 - f_2\ OH_2$ que hará girar al satélite en el sentido de la flecha $\vec{2}$. La actuación espontánea de este momento resultante es la que puede hacer llevar al satélite a la orientación OT.

Será, pues, esencial estudiar este momento. Teniendo en cuenta los valores de f_1 y f_2, y la propiedad de proporcionalidad entre senos y lados en los triángulos TOM_1 y TOM_2, podemos fácilmente construir la fórmula:

$$\text{Momento resultante} = \frac{3\ m\ \mu\ OM^2 \text{ sen } 2\ \Theta}{OT^3} \qquad (a)$$

OM es la mitad de la recta $M_1 M_2$. Si nos fijamos en esta fórmula, veremos que hay tres magnitudes que van a jugar un papel esencial: el ángulo Θ (que forma el satélite con la geocéntrica local), el valor de la recta $M_1 M_2$, y la distancia del centro de inercia del satélite al centro de la Tierra.

Cuanto mayor sea $M_1 M_2$ mayor será el valor del momento resultante. Lo que nos ilustra que la separación entre las masas ha de ser lo mayor posible. A igualdad de otras magnitudes, ese momento tendrá un valor máximo para cuando el ángulo Θ valga 45° ($2\ \Theta = 90°$, y seno de $2\ \Theta = 1$). Y a igualdad, también, de las otras magnitudes, el momento valdrá más cuanto más cerca esté el satélite del centro de la Tierra.

* * *

Pero es conveniente encontrar otra fórmula para este momento resultante. Una fórmula en la que intervengan la velocidad angular orbital (ω) y el momento de inercia del satélite con respecto al centro O.

El momento de inercia del satélite con respecto al punto O es:

$$A = 2\ m\ OM^2 \ldots$$

luego:

$$m\ OM^2 = \frac{A}{2}.$$

Sustituyendo este valor en la fórmula (a) queda:

$$\text{Momento resultante} = \frac{3\ \mu\ A \text{ sen } 2\ \Theta}{2\ OT^3} \qquad [1]$$

$$\omega^2 = \frac{\mu}{OT^3}$$

Sustituyendo en [1], queda:

$$\text{Momento resultante} = \frac{3\ \omega^2\ A \text{ sen } 2}{2} \qquad (b)$$

que es la fórmula que buscábamos.

II

El mismo tratamiento podemos aplicar a un satélite real, con estas condiciones: Inercialmente se va a comportar como un sistema de tres halterios que se van a cortar normalmente en el centro de inercia del satélite. En cada extremo de cada halterio suponemos localizada una masa $m/6$ (siendo m la masa total del satélite). Las direcciones de los tres halterios van a coincidir con los tres ejes de inercia principales del satélite. Y a los halterios se les va a dar longitudes tales que el momento total de inercia de los tres halterios equivalga al momento de inercia total del satélite real.

Ahora la fórmula (b) toma la forma

$$\text{Momento resultante} = \frac{3\,\omega^2\,(B - A)}{2} \qquad (c)$$

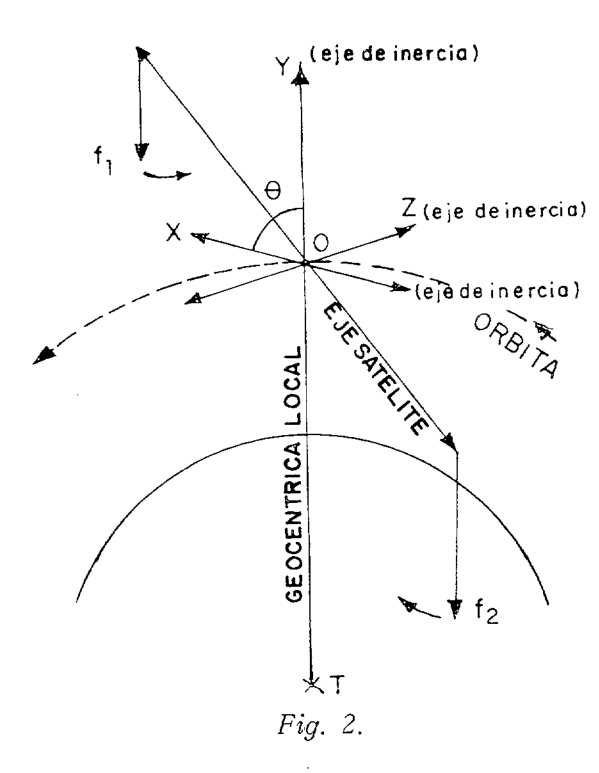


Fig. 2.

ω es también, como antes, la velocidad angular orbital. B es el momento de inercia con respecto a los ejes x y z (véase fig 2.ª) y A el momento de inercia con respecto a Y.

Lo primero que podemos ver con la fórmula (c) es que este momento resultante vale poco.

Supongamos que el satélite está formado por un cuerpo central que pesa 50 Kg. y un tubo de 10 metros que tiene al final una masa de 3 Kg. Podemos calcular que el momento resultante de este satélite (momento máximo, cuando ángulo $\Theta = 45°$) es de 4,5 . 10^4 metros-newtons.

El satélite está colocado en una órbita circular a 800 kilómetrso del suelo.

$$\omega^2 = \frac{g\,M_t}{OT^3}$$

G es la constante gravitatoria y vale: 6,06 . 10^{-11}.

M_t es la masa de la Tierra y vale: 5,97 . 10^{24} kilogramos.

OT es la distancia al centro de la Tierra = radio de la Tierra más altura = 6 300 más 800 = 7 100 Km.

G M_t vale: 39,82 . 10^{13}.

Con estos valores resulta:

$$\frac{3}{2}\,\omega^2 = 1{,}66 \,.\, 10^{-6}$$

(B-A) vale: 271 kg-m^2.

Y queda:

Momento resultante = 4.5 . 10^{-4} metros-newtons.

Para darnos una idea del grandor de este momento podemos decir que es exactamente igual al que realizaría una masa de 0,184 gramos colocada en un platillo de una balanza cuyos brazos tuvieran una longitud de 0,25 metros.

Momento creado por el peso = peso por distancia.

Peso = 0,184 gramos-peso = 1,8 . 10^{-3} newtons.

Distancia = 25 . 10^{-2} metros.

Momento = 1,8 . 10^{-3} . 25 . 10^{-2} = 4,5 . 10^{-4} metros-newtons.

Si queremos que este momento tenga un valor importante fijémonos en la fórmula (c). Como el módulo de ese momento no depende más que de los valores de ω y de (B-A), para un determinado valor de ω solamente puede crecer ese momento aumentando el valor de (B-A).

Y ahora fijémonos en la figura 3.ª. En ella tenemos un sistema de tres ejes ortogonales (ZZ'-XX'-YY'), cuyo centro es el punto O. Tenemos una masa en el punto P. La masa es m. Para mayor simplicidad suponemos que todos los ángulos (α-β ω-Δ) valen 45°. El momento de inercia, con respecto al eje ZZ, valdrá: $m\,PP_z^2$. El momento de inercia, con respecto al plano XY, valdrá: $m\,PP'^2$. Pero como PP' = PQ s en Δ; y ángulo α = ángulo Δ, resulta que: PP' = PP_z. Y el momento de inercia con respecto al eje ZZ es igual al momento de inercia con respecto al plano XY. Eso se traduce en la fórmula (c), en que (B-A) igual a cero, y, por tanto, el momento resultante es nulo. El que B sea mayor que A depende del valor del ángulo α. Para valores de α mayores de 45°, B será menor que A; para valores de α menores de 45°, ocurrirá al revés. Como lo que

nos interesa es que B sea lo mayor posible, con respecto a A, hay que elegir las estructuras del satélite de forma a lograr la mayor utilidad. Hay, por lo pronto, que elegir convenientemente los ejes de inercia principales de forma que el ángulo α sea menor que el ángulo Δ. Supongamos el ángulo α igual a 30°, y, por tanto, el ángulo Δ igual a 60°. Si la masa *m* la suponemos de 10 kilogramos, y la distancia OP de 10 m. Entonces [como sen 30° = 0,5 y sen 60° = 0,866], tenemos:

$$PP_z = 10 \,.\, 0{,}5 = \text{metros.}$$
$$PP' = PO \,.\, 0{,}866 = 8{,}66 \text{ metros.}$$
$$A = 10 \,.\, 5^2 = 250 \text{ Kg. m}^2.$$
$$B = 10 \,.\, 8{,}66^2 = 760 \text{ Kg m}^2, \text{ y}$$
$$[B\text{-}A] = 510 \text{ Kg. m}^2.$$

Supongamos ahora que, sin cambiar la orientación, aumentamos la distancia OP, la hacemos de 20 metros. Entonces: PP_z ya no valdrá 5 metros, sino 10 metros. El momento de inercia, ahora, con respecto al eje ZZ, ya no vale 250 Kg-m², sino 1.000 kilogramos-m². También cambia el valor de PP'. Ahora vale 17,33 m. Y el momento de inercia, con respecto al plano XY, vale ahora 3.000 Kg-m². Y [B-A] = 2.000 kilogramos-m².

Aunque el tratamiento del satélite real no es tan simplista como el que hemos realizado para la masa *m*, este tratamiento es válido para afirmar que un aumento del valor de [B-A] se puede lograr aumentando ciertas dimensiones del satélite. Asi, si en el satélite real que estudiamos antes, el tubo que une el cuerpo de 50 kilogramos con la masa de 3 kilogramos lo alargamos hasta 20 metros (antes era de 10 metros), el factor [B-A], que antes era de un valor 271 Kg-m², pasa a ser de 1.084 Kg-m². Y el momento resultante = $1{,}8 \,.\, 10^{-3}$ metros-newtons. (Equivalente al de una masa de 0,74 kilogramos colocada en una balanza de 25 centímetros de brazo).

III

Aunque se elijan convenientemente las inercias suficientes para que el gradiente de gravedad permita la orientación deseada, ésta no se logra mientras no se empiece por colocar previamente al satélite en una posición muy próxima a la de la posición estable definitiva. La eficacia del gradiente de gravedad tiene un límite, marcado por un ángulo. Por encima de este límite el satélite se independiza del gradiente, y comienza a girar sobre sí mismo, con determinada velocidad angular, y no se estabiliza más que al cabo de un tiempo muy largo que será función de los amortiguadores empleados. (La misión de estos amortiguadores —ya representan un mecanismo activo— es reducir convenientemente esa velocidad de rotación perturbadora. Lo que significa aumentar el período de estas oscilaciones, o sea: reducir la frecuencia.)

El problema de reducir la velocidad de rotación a límites tales que ya permitan al gradiente anularla por completo, es lo que se llama: problema de "captura" del satélite por el gradiente de gravedad.

Como el satélite dispondrá de una energía potencial en cada situación o posición; de una energía cinética, función de la velocidad angular que posea energías que cambiarán al pasar de una posición a otra—la potencial—y de una velocidad a otra—la cinética de rotación—, puede vislumbrarse que la orientación por el gradiente de gravedad —estabilización gravífica se llama también— no podrá lograrse si no se cumplen ciertas relaciones entre esas energías. Si tenemos en cuenta que: momento = momento de inercia por velocidad angular, que un momento de sentido contrario a otro reduce o anula la velocidad angular debida al otro, las relaciones que deben cumplirse para que la acción

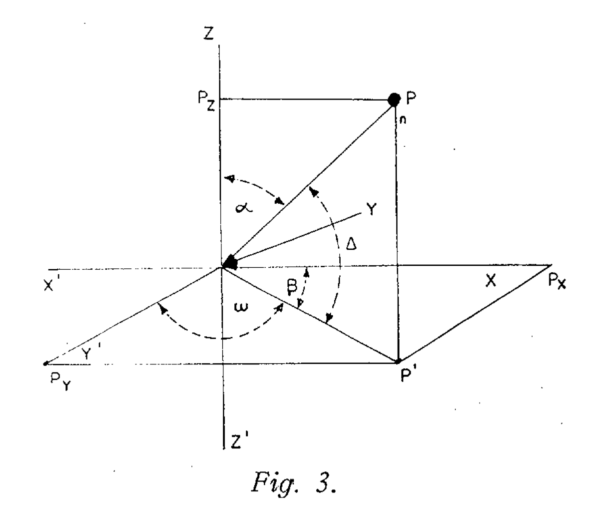


Fig. 3.

del gradiente sea efectiva hacen entrar en juego: las energías potencial y de rotación del satélite, los momentos de inercia con res-

pecto a los tres ejes y el momento resultante debido al gradiente de gravedad. Así, si llamamos: E_o la energía mecánica total del satélite (suma de potencial y cinética); A, el momento de inercia con respecto al eje OX (véase figura 2.ª); B, el momento de inercia con respecto al eje OY; C, el momento de inercia con respecto al eje Oz, y ω_o, la velocidad orbital del satélite, las relaciones que tienen que cumplirse para que el satélite pueda ser capturado por el gradiente de gravedad son:

1.ª

E_o menor que: $\frac{1}{2}\ \omega_o^2\ (B-A)$.

2.ª

E_o menor que: $\frac{1}{2}\ \omega_o\ C$.

Como en la E_o entra la energía cinética de rotación del satélite, y esta energía es función de la velocidad angular del satélite, el problema de reducir convenientemente E_o consiste en reducir convenientemente la velocidad angular de rotación, perturbadora, del satélite. Si se han elegido convenientemente los ejes de inercia, y las anteriores condiciones se cumplen, el satélite tiende espontáneamente de tal manera que su eje de inercia mínima se oriente en la dirección de la geocéntrica, y el eje de inercia máxima en la dirección de la normal a la órbita. Así ya orientado el satélite, el gradiente de gravedad permite la estabilidad definitiva del satélite.

Para lograr que se cumplan esas relaciones, para lograr reducir convenientemente la energía de rotación del satélite, hay que utilizar sistemas que "roben" energía al satélite. Uno de los sistemas empleados es el llamado del "yo-yo". Dos cables están enrollados al cuerpo del satélite, cada uno tiene en el extremo una masa. Cuando las masas se sueltan, la fuerza centrífuga derivada de la rotación del satélite obliga a los cables a desenrollarse, originándose unas tensiones paralelas que crean un par de signos contrarios al que corresponde a la rotación del satélite. Y la velocidad angular inicial se reduce.

La utilización del "yo-yo" reduce considerablemente la velocidad angular del satélite, pero no logra llevarla a los niveles convenientes. El residuo de energía perturbadora es absorbido por el dispositivo amortiguador del satélite.

IV

La idea de los satélites de estabilización gravífica—de estabilización por gradiente de gravedad—surgió al explicar el porqué de que la Luna presente siempre la misma cara hacia la Tierra. La razón es que por tener la Luna la forma de un huevo hay una disimetría en sus masas extremas y, por tanto, está sometida a la acción de un gradiente de gravedad de la Tierra. (Esta explicación no es muy reciente, pues fué dada ya por Lagrange hace dos siglos.) Al menos sobre su órbita, la Luna no conoce más que un ligero movimiento de libración.

Inspirándose en esto, los americanos idearon el primer satélite de estabilización gravífica. Era un satélite muy asimétrico, una especie de viga de 30 metros, lastrada en uno de sus extremos. Pero oscilaba, nada menos que con oscilaciones de hasta 40°. Fueron también los americanos los que idearon el sistema "yo-yo" para reducir la velocidad angular perturbadora del satélite. Y este satélite fué lanzado el 22 de julio de 1963.

Entre los satélites estabilizados con éxito por gradiente de gravedad se puede citar: los satélites de navegación de la serie Trasit, lanzados por cuenta de la Marina americana sobre órbita polar baja y concebidos por Applied Physics Laboratories; los satélites experimentales lanzados en enero de 1964 y en marzo de 1965 por cuenta de la Marina americana, y concebidos por General Electric; el satélite geodésico Geos A (noviembre de 1965), lanzado por la NASA, estudiado por APL; el satélite experimental OV 15, lanzado en marzo de 1966, y, en fin, el satélite GGTS, estudiado por General Electric y lanzado sobre órbita de veinticuatro horas.

Entre los proyectos se puede mencionar, en la serie de los satélites ATS, los tres satélites experimentales estabilizados por gradiente de gravedad sobre órbita de seis horas y de veinticuatro horas, el primero, lanzado en marzo de 1967, no fué colocado correctamente en órbita), y el satélite meteorológico experimental francés EOLE, previsto para fines de 1968.

* * *

Este sistema se puede considerar de estabilización "natural". Más correcto será llamarlo de estabilización seminatural. (Sería natural del todo sino necesitara de los amortiguadores.) Antes de que los americanos introdujeran este sistema ya se conocían otros. Son ya clásicos: el de estabilización por "spin" y el de estabilización por motor.

El sistema por "spin" consiste en animar al satélite de una rotación que le transforme en un giróscopo. Si consideramos los momentos de inercia con respecto a tres ejes que pasen por el centro de gravedad del cuerpo, ya sabemos que uno es de inercia mínima (en nuestro caso el eje era el O*x*, y a su momento de inercia lo representábamos por A), otro de inercia máxima (el O*z*, y lo representábamos por B), y otro de inercia mínima (el OY, y lo representábamos por C). La rotación es estable alrededor del eje de inercia máxima. Giróscopo se llama todo cuerpo que gira alrededor de un eje con rotación estable.

Este eje debe ser el de inercia máxima, ya que todo cuerpo, al girar, se coloca de forma que la energía que recibe del exterior sea máxima. Esta energía es la de rotación y vale: $1\,\omega^2$, siendo 1 el momento de inercia y ω la velocidad angular. Al ser igual ω, debe ser máximo 1. Que la rotación es estable quiere decir que no cambia el momento cinético, y por momento cinético se entiende: el producto del momento de inercia por la velocidad angular. La velocidad angular debe permanecer perpendicular al eje de giro.

Supongamos un giróscopo que gira alrededor del eje *xx*, con rotación estable. El momento cinético coincide en dirección con el eje de giro, por consiguiente el vector velocidad angular también. Si le aplicamos el par PP, perpendicular al eje de giro, este par no hará variar el valor numérico de la velocidad angular, pero creará un momento en la dirección del eje de las ZZ. El giróscopo estará ahora sometido a dos momentos: uno el primitivo y otro el producido por el par P. Habrá un momento resultante que será el M. Luego, ahora, la dirección de la velocidad angular no será $\vec{\omega}$, sino $\vec{\omega_1}$. Como la constancia del momento cinético exige que el eje de giro y la velocidad angular permanezcan normales entre sí, el eje de giro habrá girado a su vez el ángulo α. Como—si no desaparece el par—no cambiará $\vec{\omega_1}$, la dirección del eje permanecerá constante, formando con la primitiva posición el ángulo α constante. El eje de giro habrá girado el ángulo α con una velocidad que se llama de precesión.

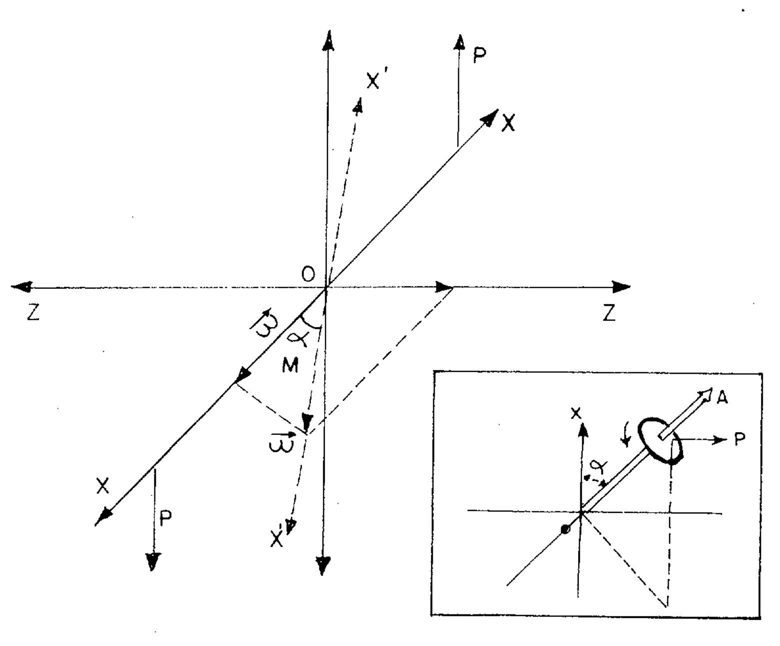


Fig. 4.

Se puede demostrar que el valor del par aplicado, el momento de inercia con respecto al eje de giro, la velocidad de precesión y la velocidad angular del giróscopo están relacionados por la fórmula:

$$p = 1\,\omega \cdot \omega_p$$

Fórmula que nos permite calcular el valor que ha de tener el par a aplicar para conseguir la desviación conveniente del eje de giro. Y, por consiguiente, para que el nuevo eje de giro coincida con la dirección estable que

se le quiera dar al giróscopo. (En nuestro caso, el satélite.)

Esta solución es económica, pero poco satisfactoria. Esta rotación tiene tendencia a ralentizarse poco a poco por la existencia e influencia de fenómenos magnéticos (hysteresis).

La estabilización por motor (eyección de gas comprimido) permite un mando muy sencillo, pero tiene el inconveniente de consumir permanentemente combustible y exigir un utillaje delicado.

RESUMEN

a) Un gran número de misiones espaciales exigen que un eje privilegiado del satélite sea orientado hacia el centro de la Tierra (dirección de la geocéntrica local).

b) Se resolvió este problema por el método del "spin" y el método del motor. El método del "spin" consiste en convertir el satélite en un giróscopo. Un giróscopo es un cuerpo que gira alrededor de su eje de inercia máximo. Al aplicarle un par de fuerzas perpendiculares a ese eje, éste se desplaza cierto ángulo, quedando en una posición que forma, con la primitiva, un ángulo constante e igual al que giró. El valor del par ha de ser tal que permita que la nueva posición del eje coincida con la orientación que queremos dar al satélite. Este método tiene el inconveniente de que la rotación "extra" tiende a ralentizarse por fenómenos magnéticos. El método del motor consiste en lograr la orientación por "jets" de gases lanzados por un motor. Tiene el inconveniente de que obliga a gasto exagerado de combustible.

c) La explicación de por qué la Luna muestra siempre en su órbita la misma cara hacia la Tierra sugirió un nuevo método de estabilización de satélites.

d) Este método es el de "gradiente de gravedad" o de "estabilización gravífica". Este método tiene la ventaja, sobre los otros, de que en él la estabilización se produce de una manera natural, con ausencia de mecanismos extraños.

e) Este método se funda en que por ser distinto el valor de la gravedad terrestre a diferentes alturas, las fuerzas, actuando sobre la masa más alta y sobre la masa más baja del satélite, crean dos pares de fuerzas diferentes, cuyo momento resultante tiende a hacer coincidir el eje privilegiado del satélite con la geocéntrica local.

f) Para que el valor de este momento resultante sea mayor y la orientación lograda por él más efectiva, es preciso que la asimetría del satélite sea muy acusada. (Mucha masa en un extremo y poca en el otro.)

g) En todo cuerpo sólido se pueden considerar tres ejes de simetría que, pasando por su centro de gravedad, se corten como un triedro trirrectángulo. Esos ejes son los tres ejes de inercia principales del sólido. Uno es el de inercia máxima, otro el de inercia mínima, y el tercero de inercia media.

h) La rotación más estable la tiene el cuerpo cuando gira alrededor del eje de inercia máxima. En el sólido consideraremos tres inercias, que son los productos de la masa por el cuadrado de la distancia a cada eje de inercia.

i) La estructura del satélite ha de hacerse (las masas han de estar colocadas) de forma que las tres inercias del satélite estén perfectamente diferenciadas. (Que haya la mayor diferencia posible entre la inercia máxima y la inercia mínima.)

j) Hay que conseguir que la orientación de la geocéntrica coincida con el eje de inercia mínima y la normal a la órbita con el eje de inercia máxima.

k) De esa forma el momento resultante del gradiente de gravedad tenderá a llevar al satélite a una posición tal que su eje principal de inercia coincida con el de inercia máxima.

l) Hay que procurar que la energía total del satélite—potencial más cinética—sea menor que el momento máximo resultante. Si A es el momento de inercia mínimo, B el máximo y C el medio. Y ω la velocidad angular orbital, que se cumpla:

$$E_0 \text{ menor que } \frac{3\,\omega^2\,(B\text{-}A)}{2}$$

y que:

$$E_0 \text{ menor que } \frac{3\,\omega\,C}{2}$$

LAS BARBAS DEL VECINO

Por ENRIQUE GARCIA ALBORS

MUSEO DEL AIRE.—*Todas las naciones que han conseguido alcanzar un lugar importante en la Historia de la Aeronáutica tienen su Museo del Aire..., excepto Francia, huérfana de él desde que un Ministro del Aire dispuso, en 1945, que el local que ocupaba se convirtiera en refectorio. Las colecciones, únicas, del Museo del Aire francés, aguardan, en un barracón de Meudon, a que se las instale en el lugar decente prometido hace dieciocho años.*

Víctor Houart/Edmont Petit.—«Dictionnaire de l'Aviation».—Página 367.—(Ed. Seghers.—París, 1964.)

I.—Retazos de una visita.

No resulta fácil—sobre todo no disponiendo de vehículo propio—, dar con Chalais-Meudon (Hauts-de-Seine) y su Museo del Aire. Se precisa de cierta dosis de variados ingredientes para emprender la pequeña aventura que la excursión representa. Desde luego, si París bien vale una misa, la visita, aunque apresurada e incompleta, al Museo del Aire, merece la molestia de llegarse hasta Chalais-Meudon. El autobús, disco 136, que se tomará en la Puerta de Saint Cloud, nos dejará en la esquina de la Avenida de Trivaux. Una callecita estrecha, como todas las del barrio, en pendiente, flanqueada por paredones coronados de hiedra y hotelitos, nos conducirá a la entrada principal del complejo o conjunto O.N.E.R.A. («Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales»).

El barrio es tranquilo, residencial. Queda, enmarcado por colinas con verdeantes altibajos, valles, bosquecillos y plácidos estanques, lejos del bullicio de París. El bosque de Meudon asoma, acá y allá, para recordarnos que la Naturaleza tiene, todavía, su palabra que decir. Pero todo parece dominarlo el sordo rumor, de mar embravecida, que no deja de oírse en horas hábiles, de la «soufflerie» de Chalais Meudon que, aunque vieja de más de treinta y cinco años, mete todo el ruido que puede. Los vecinos deben de maldecirla lo suyo. También es barrio con su historia aeronáutica: Chalais-Meudon es un nombre «que pesa»: nada menos que desde 1877 que viene sonando. Renard y Krebs anduvieron por acá, con sus dirigibles, sus pilas, sus experiencias y su primer circuito cerrado, en 1877, a bordo de «La France», hazaña que recuerda, a la entrada del Belvedere de Ursinos, unos centenares de metros más allá, un bajorelive de bronce. Todavía más: Chalais-Meudon se encuentra en una encrucijada aeronáutica: del lado de París, lo que resta del antiguo terreno militar, y aeródromo de circunstancias, de Issy-les-Moulineaux, hoy helipuerto; del otro, Villacoublay y Satory, nombres que van unidos a proezas aeronáuticas de distintas épocas.

Número 2 de la calle des Vertugadins. Un portalón, que se abre sobre una ave-

nida a la que dan varias construcciones. Os pedirán—y retendrán— la documentación. Y muy amablemente os indicarán: «Troisième bâtiment, a gauche». Nada más. No se precisa de otro sésamo para penetrar en el encantado reino de lo que fué, semilla de lo que es y anticipo de lo que será. La aviación, claro.

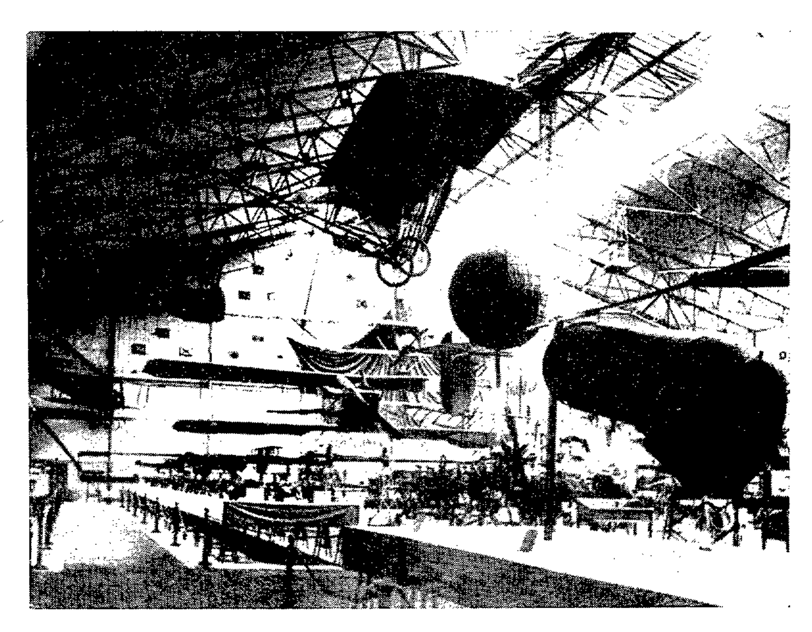
* * *

La avenida, en suave pendiente, está flanqueada por árboles en pleno verdor primaveral. Abundan los enjambres de mosquitos, insensibles a la «vacarme» del túnel aerodinámico. Los pájaros, en cambio, deben de haber emigrado en masa.

La nave que buscamos —y encontramos—, es alta y bien proporcionada. Vulgar, en nada se distingue de las restantes que integran el establecimiento. Lo mismo podrían albergar un taller de cerrajería que una cadena de montaje. Una puerta, baja y disimulada, hace sonar, al abrirla, quejumbrosa campana que pone en guardia a los custodios del sacrosanto recinto, rico en toda índole de testimonios relativos a la vieja quimera humana de imitar a las aves.

Por dentro, sin perder su aspecto «industrial», la nave se muestra alta de techo, con vidriera central y armazón de hierro. Aunque los aparatos «vrai grandeur» abrumen (¡y no están todos los que son; los «en reserva» son bastantes!), la disposición general del Museo del Aire es cabal; y puede verse y estudiarse todo lo en él expuesto. Claro que algunos ejemplares (los más livianos), quedan, por motivos de espacio, colgados de los «cuchillos» del techo; otros, sobre elevados caballetes; en ambos casos, alejados de la curiosidad del visitante. No importa. Lo que, de verdad interesa, en una visita de este tipo, es el tiempo disponible, siempre escaso para lo mucho que quisiera verse: con una visita, con una jornada, solamente hay para «hacer boca», para tomarle gusto a «la cosa».

En la época espacial que nos toca vivir, adentrarse en el Museo de Chalais-Meudon viene a ser algo así como llegarse a las cuevas de Altamira para enfrentarse con los primeros balbuceos artísticos del hombre de las cavernas. ¡Pura prehistoria! Y, sin embargo, sin Altamira (o, ya que estamos en Francia, sin Lascaux), no habría habido Velázquez ni maldito pintamonas que valiera un comino. Con una diferencia: la aviación no ha precisado de tantos siglos para alcanzar su actual estado; pocos decenios, desde el punto y hora en que se dijo «allá voy», han bastado para llegar al X-15, pasando por todas las etapas que no es menester recordar; aunque este Museo del Aire (éste y todos los que en el mundo son o van a ser), se haya organizado precisamente para recordarlo. Al creyente y al no creyente.



Primera época del Museo del Aire francés en Chalais-Meudon.

Apenas transpuesta la puertecilla de entrada, la riqueza, la variedad (también la antigüedad) de lo que se contempla y admira, origina sentimiento de confusión. ¿Por dónde comenzar? Y la pregunta, inevitable; y el deseo, incontenible, acuden a la mente y a los labios: ¿Podré volver mañana? ¿Me aceptarían como guardián o lo que fuera, para poder pasarme en este Museo todas las horas que quisiera?

Precisamente, a pocos pasos, unas vitrinas, largas, despejadas, llaman nuestra atención. Un hombre, ya maduro, está frotando, con una gamuza, sus cristales. ¿Un veterano del Aire? Aunque está terminantemente prohibido fumar en el recinto, luce, en la comisura de los labios, hermosa colilla. Trabaja despaciosamente. ¿Le importará mucho el contenido de las vitrinas? La costumbre es sabido que engendra la indiferencia, y es posible que no conceda la más mínima importancia a la posibilidad de contemplar, uno y otro día, las maquetas expuestas. Inconscientemente, se siente noble envidia de este veterano, sin duda aburrido de quitar todos los días el polvo a los mismos cristales, a los mismos motores, a los mismos aviones...

¿Un modelo? Varias docenas. Imposible retenerlos todos en la memoria. Las vitrinas los exhiben por riguroso órden cronológico. ¿Por qué nos atraen, de primera intención, aquellos que presentan ideas, innovaciones que tardaron muchos años en madurar? Máquinas voladoras (aunque nunca volaran) que contenían, en germen, ideas que hoy son aplicadas, corrientemente, quizás sin reconocer que estaban inventadas de larga fecha. El combinado de Caylel, de 1843, por ejemplo: helicóptero-avión, verdadero VTO con un siglo de adelanto a los que hoy tratan de entrelazar ventajas e inconvenientes de uno y otro sistema; o los aviones de reacción de Butler y Edwards (1867); o el de Louvrie (1865), cuyo «motor», en su esencia, recuerda exactamente un reactor puro, es decir, sin partes móviles o giratorias. ¿Y el gracioso modelo de Henson (1843), con planos atirantados según fué norma común en los primitivos monoplanos de la primera década de nuestro siglo? Sigue la admiración ante otro modelo de aparato de reacción pura, el de Telescheff (1867), con ala triangular; o ante el de Penaud y Gauchot, de la misma época, con tren de aterrizaje replegable y hélices de paso variable. Otro tren replegable se puede contemplar en el modelo de Félix del Temple (1857) que, si no voló fué, sencillamente, por no disponer de motor apropiado.

En el ramo de helicópteros merece atención la pequeña maravilla de Ponton d'Amecourt (1863), con sus hélices coaxiales accionadas por diminuta máquina de vapor de dos cilindros. El peso, 2,175 kilos solamente, muy exiguo gracias al empleo del aluminio, que por aquellas fechas puede decirse que «se estrenaba»: los químicos, como si se tratara de joyas, se obsequiaban con pequeños lingotes del nuevo metal, rarísimo a la sazón. Julio Verne imaginaba, por las mismas fechas, su proyectil de aluminio de la novela «De la Tierra a la Luna». Anótese que el modelo expuesto es el original y no una reproducción o maqueta.

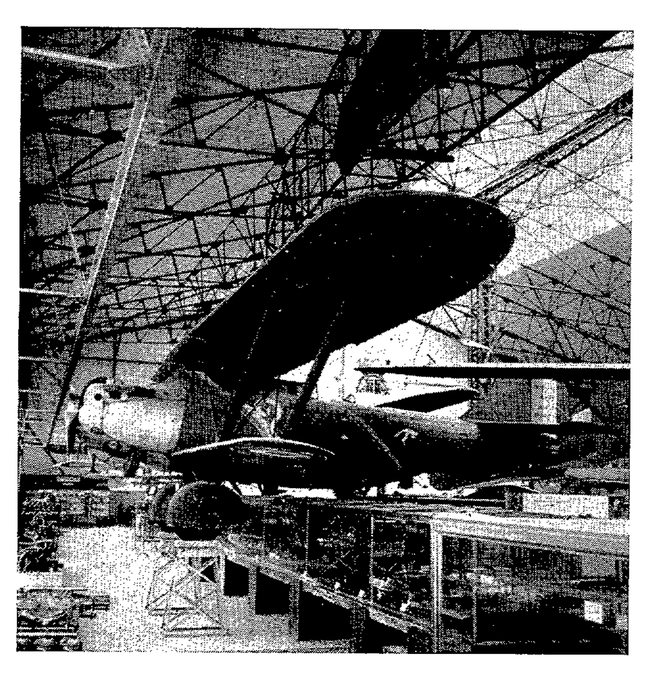
Imposible recordar—y, por tanto, reseñar—, el centón y medio de maquetas de dirigibles, globos y aviones, todas impecables, todas exactas en sus detalles. Debe decirse que tan sólo se han elegido modelos que señalan una época, una moda, si se quiere; todos característicos de su momento. Desde el planeador de Lilienthal y el «aeródromo» de Langley, que se zambulló, en 1903, en el Potomac, a pocas fechas del primer vuelo mecánico de los hermanos Wright, hasta el «Caravelle». Se ha tenido la feliz idea de normalizar las escalas de todas las maquetas: 1/20 para los globos; 1/50 para los dirigibles; y 1/10 para los aviones. Así, la óptica no falla.

* * *

Pero el tiempo apremia y menester es aprovecharlo para admirar algunos de los

modelos «naturales», muchos ejemplares únicos, aunque, en su tiempo, fueran «de serie». Y es que no se escarmienta: mientras se es contemporáneo de «algo», sea celerífero, maquina de escribir o locomotora, no se le concede importancia alguna; los apuros vienen más tarde, cuando se trata de organizar un Museo de ésto o de aquéllo y se echa de ver que todos los ejemplares que estuvieron en uso han desaparecido o están en vías de extinción.

¡El romanticismo de los esféricos! De donde la admiración que produce todo lo relacionado con el globo libre, deporte que debiera renacer, sino a base de hidrógeno o gas de alumbrado, al menos—en versión mongolfier—, con quemador de butano, al alcance de todas las fortunas. ¡Y pensar que en nuestros días (y gracias a Dios), existen Asociaciones aerosteras! ¡Y que no hace mucho, todavía hay quien proyecta atravesar el Atlántico en globo libre! Es como para llorar de emoción. Y también para recordar a la juventud española que tiene ante sí inmenso campo en qué emplearse. Pocos pilotos de globo libre deben de quedar a estas horas. Y será conveniente aprovechar sin demora sus enseñanzas, antes de que sea demasiado tarde y haya que echar mano de la improvisación o de la importación, que gravaría la balanza de pagos en época de austeridad.



El Breguet, "Signo de Interrogación", en el que Costes y Bellonte cruzaron el Atlántico (1-2 septiembre 1930).

La barquilla de uno de los globos que, en 1870, burlaron el sitio de París; de los dirigibles «La France» (también se conserva su voluminoso motor eléctrico) y Lebaudy: de un Zeppelín de la guerra (del 14-18, se entiende); parte del tren de cometas del Capitán Saconney, una réplica de la barquilla metálica, esférica y estanca, del globo ruso «Ossoaviachin» que, en 1934, alcanzó los 19.000 metros de altura, regalada a raíz de la Exposición Internacional de 1937. Anclas, cuerdas-freno, válvulas... Lo dicho: romanticismo puro. Del que hoy se echa de menos.

* * *

Por lo demás, aparatos y diversos elementos se dispusieron en este Museo, según fueron llegando, aprovechando el espacio al máximo. El célebre avión "Signo de Interrogación" cruza con su cola por sobre una vitrina; un "Blériot", sin planos y desentelado, hace papel un tanto ridículo entre el "Leduc" y el "Trident". ¡Qué pequeño resulta este local, atiborrado, por arriba y por abajo, de aparatos! Eso sí: todos limpios, en perfecto estado de conservación. Lo que no deja de ser admirable, habida cuenta de los avatares, todos adversos, por los que estas colecciones han pasado. Pero de todo ha salido triunfadora la tenacidad, la ilusión—y también la fe—de sus conservadores (¡nunca mejor empleado el adjetivo!) de este Museo.

Desde 1918 se ha venido siguiendo un criterio uniforme, sano y plausible: el Museo no es un cementerio de aviones, de recuerdos, de motores; solamente se da de alta a aquello que presenta originalidad, adelanto técnico, nueva orientación. Ejemplo: si el tren de aterrizaje del «Pá-

jaro Blanco», de Nungesser y Coli—desaparecido, en el Atlántico, el 9 de mayo de 1927—, figura aquí, se debe a que trata de uno de los primeros trenes de aterrizaje largables.

Desde primitivos planeadores (Biot, de 1897, en ejemplar original, lo mismo que el de Chanute, de 1904), y la réplica del de Lilienthal (1895); el aeroplano del rumano Trajan Vuía, de 1906, con motor de ácido carbónico (¡nada menos que de 25 H.P.!); los Voisin, Bleriot, «Demoiselle» de Santos Dumont, verdadera libélula, por su ligereza, de la época heroica, hasta los últimos modelos de aviones de reacción; bastantes modelos de ingenios, última hornada de la cohetería al uso... Aquí puede seguirse toda la historia de la Aviación, incluida su técnica, su diseño y sus particularidades constructivas. Asimismo, sus tendencias. Ejemplos al canto: el biplano, de incidencia variable, fechado en 1913 por Paul Schmitt, intento de conseguir la ansiada seguridad; el Farman, biplaza, «Moustique», de 1936 que, con motor de menos de 40 H.P., despegaba en 60 metros y alcanzaba los 110 Km/h. ¡Buen ejemplo para los constructores de 1968, que todo lo intentan remediar a fuerza de «meter» potencia! El «Atar volador», de 1957, ingenio destinado a la experimentación de la novísima técnica del despegue vertical mediante el empleo de reactores.

Aviones bélicos y pacíficos: el «Deperdussin» que, el primero, alcanzó los 200 Km/h.; el fuselaje de un Farman «Goliath»-F-60 de los que, en 1919, transportaban nada menos que doce pasajeros, cómodamente arrellenados en sillones de mimbre, entre París y Londres. Aviones de la primera y de la segunda guerras mundiales y de la entreguerra. El Bleriot XI, el mismo con el que Pegoud ejecutaba, en 1913, endiabladas piruetas aéreas...

No es posible sustraerse a la atracción que, para todo español, ejerce el autogiro «La Cierva», cuyo modelo C-VIII figura en el Museo. Se trata del mismo ejemplar que el 18 de septiembre de 1928 atravesó, pilotado por su inventor y llevando como pasajero a Henri Bouché, crítico aeronáutico de «L'Illustration» y director de la revista «L'Aéronautique», el Canal de la Mancha, hazaña de la máxima resonancia. No sin emoción, subido en una escalera, amablemente facilitada, se le contempla de cerca, admirando todos sus pormenores. Por cierto que está situado entre dos aviones bélicos: el «Dewoitine» D-520-C-1, de 1939, y el «Polikarpov L-153, de 1936, éste bien conocido en los cielos españoles. A propósito: ¿Cuántos autogiros de la época quedan? ¿Dónde están? Por lo menos, aunque en alto, aquí hay uno seguro.

Hélices, motores... Aquí los célebres «Antoinette» de Levasseur, el de la barbarba; el «Darracq» de 30 H.P., que montaban los «Demoiselle»; el «Favetta», encontrado, casualmente, bajo un montón de chatarra, que goza de la particularidad de poder recibir explosiones por ambas caras de sus émbolos; el «Bariquand et Marre», de 35 H.P., construido, con mejoras, tomando como modelo el que, con sus propias manos, habían construido los hermanos Wright y traido a Europa justamente hace ahora sesenta años. Observación: a todos los motores les faltan piezas, no se sabe si sustraídas o desmontadas previamente, precisamente para salir al paso de los amantes de los recuerdos. Nos quedamos con la curiosidad de admirar de cerca una bomba de inyección directa, sin regulador automático, desde luego, de las utilizadas en algunos de estos primitivos motores, pero que anticipaban soluciones que hoy parecen revolucionarias.

De los 500 motores de que disponen los «fondos» del Museo, tan sólo 130 han podido exponerse.

Sería el cuento de nunca acabar tratar de memoriar todo lo visto. ¡Tanto como hay que ver y tan escaso que es el tiempo!

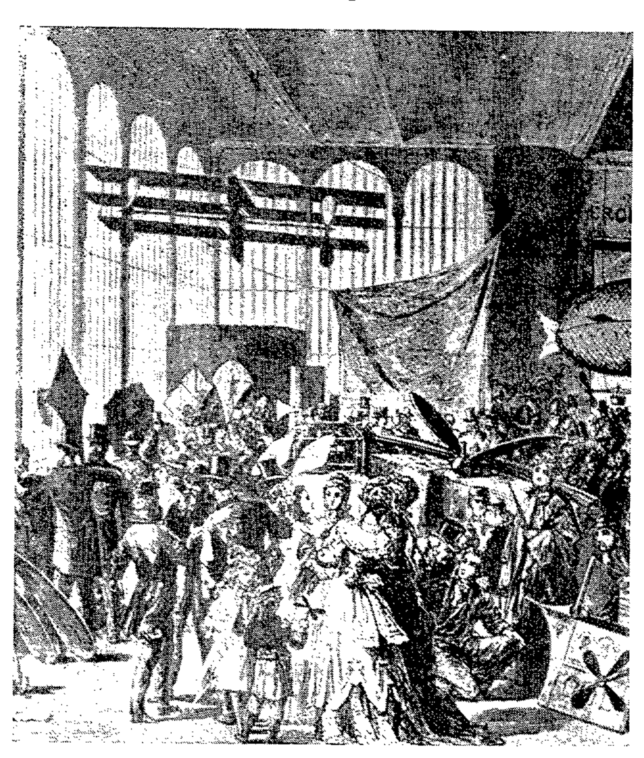
II.—Triste historia.

Hay Museos que «tienen la negra». Los

de Aeronáutica figuran en el lote: los bombardeos arruinaron el muy valioso de Berlín, perdiéndose piezas únicas: los He-176 y He-178, primeros aviones de reacción. Este de París también sufrió su bombardeo; pero contra él arremetió otro mal que no se sabe si es peor: la incomprensión de un ministro, agravado por el encogimiento de hombros de los que le siguieron en la poltrona.

La regla tiene sus excepciones; otros Museos aeronáuticos gozan de buena salud: el de la Smithsonian Institution norteamericana, el Science Museum británico; incluso otros se han formado o renovado recientemente, como el de Thailandia, muy bueno, según parece, y el Deusche Museum, de Munich.

Pero volvamos al de París. El empeño de formalizar viene de muy atrás: en 1867, el aeronauta e inventor Dupuis-Delcourt publicaba un folleto en verdad profético: «Considérations sur l'utilité de la création d'un Musée aérostatique.» En el mismo se razonaba la conveniencia de poner en obra su idea. Dupuis-Delcourt predicaba con el ejemplo: ya en 1852 había fundado la Sociedad Aerostática y Meteorológica, transformada, andando los años, en Sociedad Francesa de Navegación Aérea. Convertido, por personal afán, en coleccionista, había conseguido reunir considerable cantidad de documentos, dibujos, manuscritos, grabados, objetos, correspondencia...; contemporáneo de muchos de los «primitivos», había conocido a José Montgolfier; a Charles, el físico; al relojero Deghen; a Garnerin, el del paracaídas; a madame Blanchard, la del Canal de la Mancha. Como es de cajón, Dupuis-Delcourt murió, en 1864, pobre como una rata y sin haber conseguido que se le escuchara. Eso sí: sin consentir desprenderse de uno solo de sus tesoros, que, posteriormente, fueron a parar a manos de diversos coleccionistas, si bien, y afortunadamente, muchos han vuelto donde debieron estar desde el primer momento: en este Museo.



Grabado de la Exposición Aeronáutica celebrada en 1868 en el Crystal Palace de Londres. Claramente se aprecia el triplano de Stringfellow.

Precisamente un año después de la publicación del folleto que citamos, en 1868 (¡hace un siglo justo!), se tenía, en el Crystal Palace, de Londres, el 25 de junio al 5 de julio, la primera exposición, en la que figuraba el material, real o hipotético, de la Aeronáutica de la época. Con anterioridad, en 1863, otro publicista, técnico y experimentador, Ponton d'Amecourt, cuyo liviano helicóptero figura en Chalais-Meudon, publicaba otro folleto, asimismo, profético: "La conquête de l'air par l'helice", en el que, tras referirse a las riquezas acumuladas por Dupuis-Delcourt, afirmaba que en el proyectado Museo... «podrían reunirse los numerosos modelos de aparatos aéreos; todos los ensayos desperdigados, condenados a la destrucción y, sin embargo, altamente útiles a quienes desean el progreso de la ciencia, evitándoles repetir

errores ya cometidos con anterioridad...».

Pero, desgraciadamente, nada se hizo. Hubo un intento, en 1879, precisamente de la Sociedad de Aerostación y Meteorología, que no llegó a cuajar. Fué menester no solamente el afán de los hombres, sino la propia «explosión» del progreso aeronáutico, la que arrastrara a aquéllos. La iniciativa de la «Ligue Aerienne», de constituir un Museo histórico particular, a base de recuerdos y restos de aviones o de sus partes, unidos a diversas hazañas o personalidades, puede considerarse como un intento más de constituir el ansiado y definitivo Museo.

La guerra 1914-18 dió el más fuerte empujón para que antes de que la mayoría del material entonces en uso se desguazara y perdiera, final de toda la chatarra que las guerras (y aquélla, hasta entonces, más que ninguna: por algo se la llamó la Gran Guerra), producen en cantidades fabulosas. Albert Cacquot, Miembro del Instituto y, en 1918, Jefe de la Sección Técnica de Aeronáutica, obtuvo del Ministro de la Guerra autorización para fundar el Museo, en principio titulado, más modestamente, «Conservatoire de l'Aeronautique» (sin duda, influído por el otro Conservatoire, el de «Ars et Métiers», al que fué a parar la histórica máquina de Clement Ader). Los fríos apoyos oficiales fueron caldeados por Louis Hirschauer—cuyo padre, general en 1914, fué inspector permanente de la Aeronáutica militar—, gran figura de la Aviación, nombrado director del establecimiento, recabando la colaboración, desde el primer momento, de Charles Dollfus, paciente y encariñado historiador y conservador, posteriormente auxiliado por el capitán Feldzer. Al siguiente, en ocasión del IV Salón Aeronáutico, eran expuestos los primeros resultados, que constituyeron dichosa revelación para los visitantes del Grand Palais.

Pero, en materia de Museos, difícilmente se llega a buen final... Primitivamente, reunido en un barracón de Issy-les-Moulineux, el material fué trasladado, a poco, a Chalais-Meudon. La elección de Issy-les Moulineux no era descabellada, ya que se trataba de lugar relativamente céntrico y bien comunicado. Pero se carecía de edificio adecuado y, por otro lado, su escasa altitud le hacía blanco de frecuentes inundaciones. La inauguración de la instalación de Chalais-Meudon se efectuó el 21 de noviembre de 1921. Los dos años transcurridos habían sido de intenso trabajo, de incesantes búsquedas, de asistencia a la sala de subastas Drouot para pujar o ejercer derecho de preferencia, según objetos. En ocasiones hubo que desenterrar motores, olvidados bajo montones de tierra y chatarra, en los campos cercanos o Juvisy, en tiempos «Port-Aviation»; en otra, que desmontar todo el tejado de un edificio para conseguir un ejemplar Wright «Baby», único en Europa...

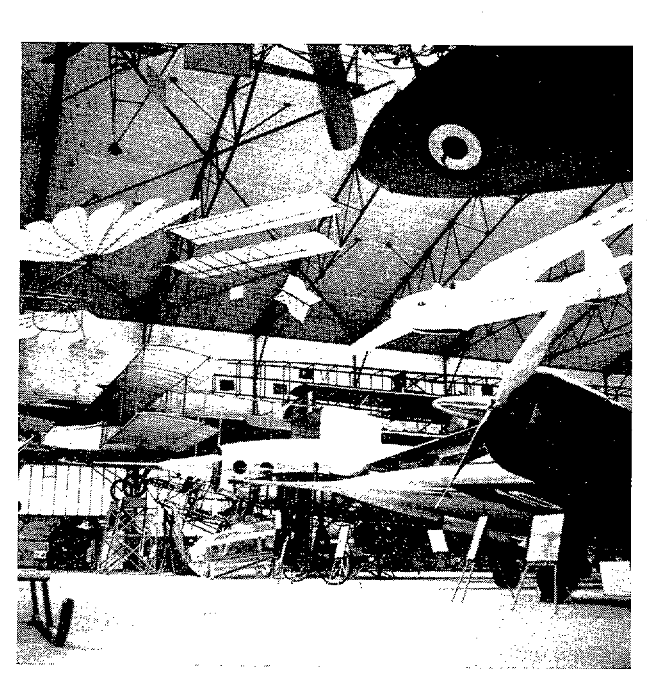
En 1927, Louis Hirschauer, nombrado ingeniero-jefe de la Aeronáutica, dejaba la dirección del Museo en manos de Dollfus. En Chalais-Meudon, el Museo había quedado instalado (por lo menos, así lo parece) en la misma nave que «habita» en la actualidad. Claro que con mayor espacio disponible, en razón de los ejemplares entonces disponibles, inferiores a los actuales. Pero pronto se le quedó estrecho.

Felizmente—única circunstancia dichosa—, los años treinta contemplan nuevo traslado, ahora a los locales de la llamada «Ciudad del Aire», en el 28 del Boulevard Victor. Como anexo a la Escuela Superior de Aeronáutica, se ha reservado espacio—siempre insuficiente, los aviones de tamaño natural abultan lo suyo—para lo que, desde entonces, se denomina «Museo del Aire». En Chalais-Meudon permanece lo que se llama «reserva», amén de los talleres de reparación. La inauguración de los nuevos locales tiene efecto en noviembre de 1935.

La nueva instalación—con imponente frontis, un tantico «kolossal»—se ha dis-

puesto «en altura»: planta baja y tres pisos, todo con luz lateral, pasarelas que facilitan el desfile del público y otras comodidades. Los tres años siguientes, hasta 1939, fueron los más fructíferos; el público respondía: algunos domingos se registraron más de 3.000 visitantes.

Con la guerra mundial, en septiembre de 1939, el Museo fué cerrado; en su vestíbulo se instaló una oficina de información para el reclutamiento del Ejército del Aire. Posteriormente, algunos ejemplares de sus colecciones fueron evacuados a la región de Amboise. En junio del año siguiente, a raíz de una incursión de la aviación germana, una bomba cayó en el inmueble, explotando entre los pisos primero y segundo. Las consecuencias son fáciles de deducir. A estas desdichas vinieron a sumarse, en su momento, las derivadas de la ocupación, durante la cual el edificio sirvió de acantonamiento. Detalle picaresco, que demuestra cómo pueden suceder ciertas cosas incluso en época dura: durante la ocupación, los conservadores del Museo pudieron continuar ocupándose del mismo; e incluso valiénse de una carretilla pedida prestada a la Sanidad alemana, trasladaron un motor al Museo, subiéndose seguidamente a pulso hasta uno de los pisos. Como contrapartida, con la retirada alemana desaparecieron, sin posible recuperación, algunas piezas valiosas.



Entre los Potez, "Trident" y "Leduc" pueden verse aparatos de la época histórica de la Aviación.

Terminada la guerra, un Ministro, M. George Tillon, iba a dar la puntilla al Museo: en 1945, revolviendo archivos, se encontró una circular ministerial que, a su publicación—en mayo de 1939—, había quedado en suspenso en su aplicación, pero no abolida; en ella se ordenaba el traslado del Museo, basándose en la necesidad de instalar en sus locales un comedor para el personal. La puñalada procedía de las alturas. Si no resultara trágico, el trueque hubiera sido cómico: el avión de Bleriot, por los «oeufs mayonnaise»; el «Signo de Interrogación», por los «biftecks-frites». El gasto del cambio no fué grano de anís: 100 millones de francos (ligeros).

Todavía se recuerda la «noche triste» del deshaucio, deprisa, como si se tratara de un incendio, los camiones trasladaron, amontonados, revueltos, aviones, maquetas, recuerdos, motores, hélices... Todo quedó, en confuso montón, arrinconado en impropio barracón de Chalais-Meudon, con más trazas de cuadra que de otra cosa. Durante varios años, el Museo, prácticamente, desapareció, al menos en su proyección externa. De poco valieron las excusas del Ministro; sus promesas de pronta reparación. A poco, el gabinete era sustituído y todo pareció olvidado. El conservador del Museo sentía vergüenza de su condición de precario «realquilado» y prefería que siguiera cerrado. Posteriormente, se consiguió habilitar nave más apropiada; a fuerza de tenacidad, las co-

lecciones quedaron ordenadas; las maquetas, reconstruídas; los motores, limpiados. Luego vino la concurrencia a diversas exposiciones: París, Bruselas, Milán, Génova. La documentación (fotografías prensa, dibujos, planos, patentes; muy estimable la colaboración de las Agencias, que facilitaron cuantos datos pudieron), incluída la biblioteca, rica en más de 8.000 volúmenes, muchos en lenguas extranjeras, no ha cesado de crecer (actualmente está instalada en el 91 del Boulevard Pereire). Otra faceta interesante del Museo es la «reactivación» y vuelo de algunos modelos, el «Demoiselle» y el G-3 Caudron, en ocasión de diferentes manifestaciones aeronáuticas, siempre con éxito. También se muestra activa la Asociación de los Amigos del Museo del Aire.

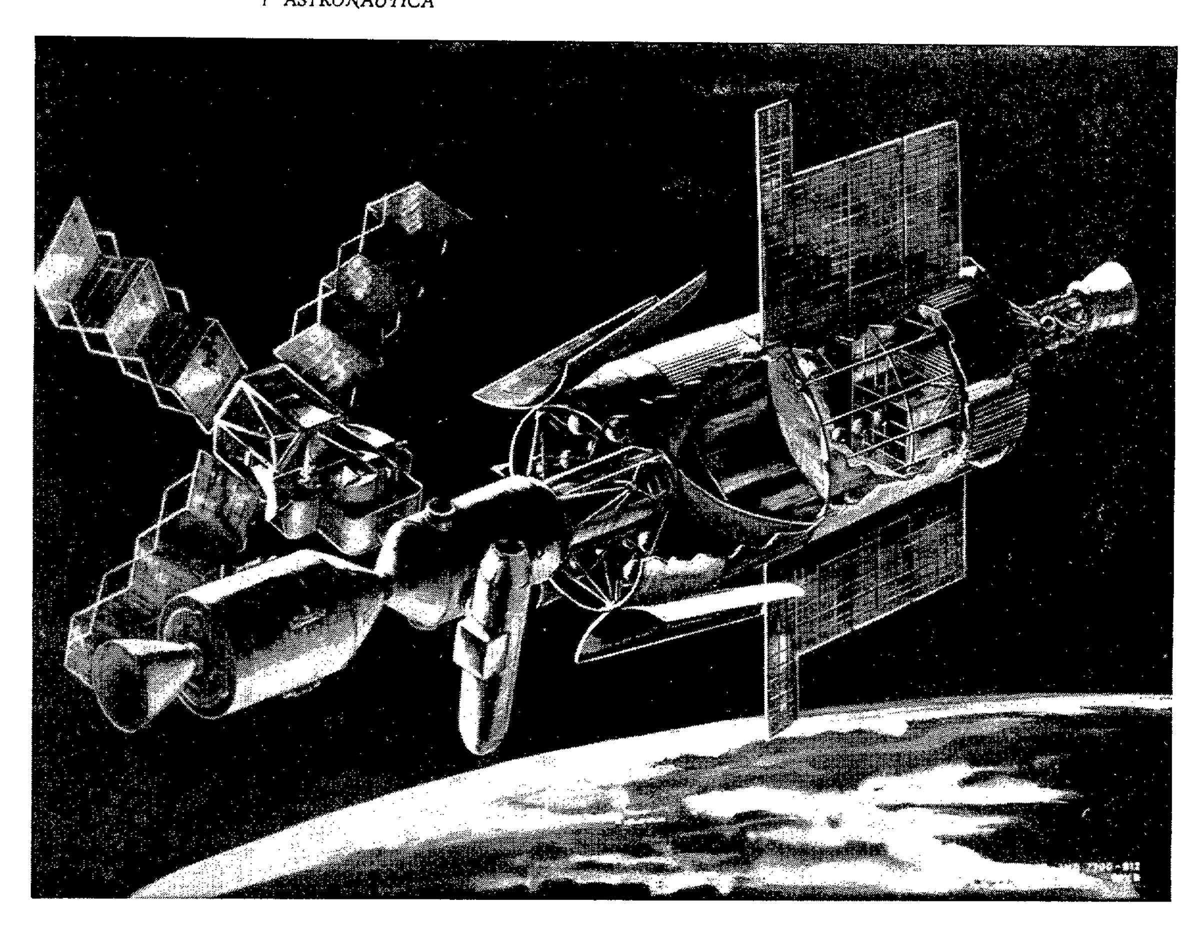
Se llega al 12 de mayo de 1955: por unanimidad es aprobada, por la Asamblea Nacional, una proposición en la que... «se invita al Gobierno a adoptar todas aquellas medidas que se juzguen indispensables para que, en el más breve plazo de tiempo, sean instaladas, en lugar cercano a París, las colecciones del Museo del Aire, actualmente en Chalais-Meudon, y su apertura al público»...

Pero tantas veces como se reconsideró el tema de la adecuada instalación del Museo del Aire, se llegó a un callejón sin salida, esgrimiéndose las más variadas iniciativas, desde una antigua cuadra de la Escuela Politécnica hasta el pabellón francés de la Exposición de Bruselas (que se instalaría, ¿dónde?), pasando por los arcos del puente Exelmans...

Mas en nuestro días se ha hecho, al fin, algo verdaderamente positivo, nombrándose una Comisión Interministerial que dictaminase sobre la cuestión; el general Bouvarre la preside. Se ha convocado concurso de anteproyectos (aunque los conservadores guardan, en sus archivos, un plano completo de lo que quisieran fuera «su» Museo) de lo que ya se titula «Palais de l'Air et de l'Espace». Los terrenos, al fin, han sido adquiridos, situados entre el Sena y los Boulevares periféricos y Victor; es decir en las cercanías del Ministerio y de la Escuela Aeronáutica Superior, en las proximidades del Helipuerto de Issy-les-Moulineaux. El Ministerio de los Ejércitos ha cedido 15.495 metros cuadrados; la SNCF y la Villa de París, 2.428: en total, unos 18.000, lo que se considera suficiente para albergar lo hoy existente y lo que se le vaya añadiendo. Se dice que las obras, valoradas en 30 millones de francos, facilitados por los Ministerios interesados, podrán comenzar en la próxima primavera. Esperemos que tan risueñas esperanzas puedan, al fin, verse cumplidas.

* * *

Van a dar las cinco. El bramido del túnel aerodinámico de Chalais-Meudon ha cedido para, al cabo, acallarse. Es «la hora». El encantamiento ha cesado. En la parada de la frontera calle de Alambert ha de esperarse el autobús de regreso. Santos Dumont, en su tiempo, hubiera «tomado» su propio dirigible. Hoy todo es más prosaico.



Adaptación de un dispositivo de haz electrónico accionado por batería, para efectuar un experimento de soldadura en órbita

Por J. F. LOWRY, C. B. HASSAN y H. LIENAU

Este artículo es el resultado de una monografía presentada en el 9.º Simposio Anual del IEEE, de Tecnología de Haces Electrónicos, de Lión y de Laser, celebrado en Berkeley (California), del 9 al 11 de mayo de 1967.

I.—Introducción.

Ahora que el programa Apolo, orientado hacia la Luna, está en marcha y bien avanzado, se están planeando programas sucesivos destinados a proporcionar un mayor número de posibilidades en el espacio, con más tiempo en órbita, tales como el Taller S-IVB (1) en vías de ejecución, u otros que están en estudio. Estos programas llevarán consigo, indudablemente, vuelos de duración prolonga-

(1) Ilustración que encabeza el presente trabajo.

da en estaciones espaciales que, necesariamente, serán notablemente mayores que todo lo imaginado hasta la fecha.

Sus dimensiones solamente exigirán que los elementos componentes sean ensamblados en el espacio, y esto a su vez dictará la necesidad de posibilidades de unión de metales. Anticipándose a esta necesidad, se estudian experimentos para desarrollar procedimientos y equipos necesarios para este fin. Estos experimentos abarcan técnicas de unión de metales, tales como la soldadura, broncesoldadura y empleo de elementos mecánicos de fijación.

Los experimentos serán realizados en el Programa de Aplicaciones Apolo y tendrán dos finalidades principales:

1. Determinar el grado en que se pueden emplear los sistemas de unión de metales para los trabajos de fabricación y reparación en el espacio.

2. Permitir a los planificadores del futuro desarrollar y probar procedimientos y equipos a gravedad uno, con una seguridad de funcionamiento satisfactorio a gravedad cero.

De los distintos procedimientos para la unión de metales, un candidato probable es la soldadura por haz electrónico. De todos los métodos de unión considerados, éste posee probablemente el más alto potencial para su empleo en un medio ambiente extraterrestre. La aplicación de los haces electrónicos a la soldadura es bastante bien conocida. El procedimiento puede ser adaptado con facilidad a un control simplificado, es aplicable a un gran número de materiales, incluídos todos los que se utilizan en las estructuras de los vehículos espaciales y debido a los gradientes térmicos rápidos resultantes de las altas densidades de energía empleadas, es probablemente el procedimiento más eficaz desde el punto de vista de utilización de la energía. El problema principal es el volumen y la masa del equipo de manipulación de la energía; actualmente, este problema ha sido resuelto con el desarrollo de un generador portátil de haz electrónico de peso ligero y accionado por batería, por la Westinghouse Electric Corporation, en virtud de un contrato con el Centro de Vuelo Espacial de Marshall. Este dispositivo será utilizado en el primer experimento de soldadura en el espacio y se explicará con más detalles en la Sección IV.

El programa de proyecto, fabricación y cualificación para el grupo de experimento espacial está en curso en el Laboratorio Técnico, División de Investigación y Desarrollo, Rama de Desarrollo de Soldadura, del Centro de Vuelo Espacial de Marshall. El principal objeto del experimento es determinar y tratar de comprender los efectos de la ingravidez (el factor ambiental único en el espacio) sobre el proceso de soldadura por haz electrónico. El más grave efecto potencial de la ingravidez podría ser la «levitación» del metal depositado, que originase que éste formase una «bola» y flotara literalmente separándose del punto de la soldadura. Asimismo, pueden producirse salpicaduras de metal fundido en la forma de proyectiles de metal fundido en miniatura, capaces de deteriorar superficies distantes. Además, la baja presión ambiental crea problemas tales como la sublimación del metal depositado, control de las temperaturas de unión y disipación del calor residual. No obstante, estos problemas de unión pueden ser reducidos al mínimo por los gradientes térmicos rápidos y las pequeñas zonas fundidas, tales como las que se consiguen con la soldadura por haz electrónico. El medio ambiental de vacío facilita la volatilización de las películas de óxido superficiales y contribuye a reducir la recontaminación de las superficies limpiadas. Estos dos últimos factores contribuyen a la calidad de los conjuntos soldados producidos. Tales conjuntos deberán quedar exentos de defectos de unión y deben poseer altas relaciones de resistencia a peso correspondientes al metal depositado en relación con el metal base.

El experimento ha sido proyectado para obtener tantos datos útiles como sea posible sin complicaciones indebidas. Todos los parámetros de características fun-

cionales (tales como la velocidad de avance de la soldadura y la potencia del haz) y condiciones de medios ambientales (tales como la temperatura, el vacío y la radiación) serán reproducidos en pruebas anteriores a los vuelos. Estos parámetros serán fijados durante el experimento, dejando la ingravidez como la única condición desconocida que afecta a la calidad de las probetas de soldadura producida en el espacio.

La sencillez y seguridad del trabajo se logran mediante el empleo de probetas en forma de anillos que pueden hacerse girar a una velocidad fija a través del haz electrónico. Los anillos probeta, dos o más, están construídos con segmentos de arco de distintos materiales adecuados a las aplicaciones espaciales (aluminio aleado, acero inoxidable, titanio, etc.). Variando el espesor de cada material, puede registrarse el comportamiento de la soldadura en el espacio desde la penetración excesiva hasta la falta de penetración por el haz electrónico y comprobar luego los efectos relativos al comportamiento en el laboratorio a gravedad uno.

Las probetas de soldadura y las películas cinematográficas tomadas durante el experimento serán retornadas a la Tierra desde la órbita para evaluación de laboratorio en el Centro de Vuelos Espaciales de Marshall, a fin de comparar las características de las soldaduras con haz electrónico hechas en el espacio con las realizadas en el laboratorio en condiciones de gravedad uno, y de formular criterios de unión de materiales para el diseño de estructuras espaciales.

La potencial aplicación universal de la soldadura con haz electrónico, su simplicidad de operación y su alto rendimiento lo hacen uno de los más adecuados procesos para ulterior desarrollo, y con los datos de diseño extraídos de este experimento en cuanto a los diversos materiales que se prestan a la soldadura por haz electrónico en el espacio, es razonable suponer que podremos desarrollar este tipo de soldadura como proceso de fabricación en condiciones de gravedad uno y tener confianza en su comportamiento satisfactorio en el espacio.

II.—Descripción general del conjunto y del experimento de soldadura.

La figura 1 representa una ilustración artística del experimento, en la que se ven dos cámaras sostenidas por soportes y mostrando la cámara de soldadura con ventilación al espacio, a través de la pared del adaptador de atraque múltiple,

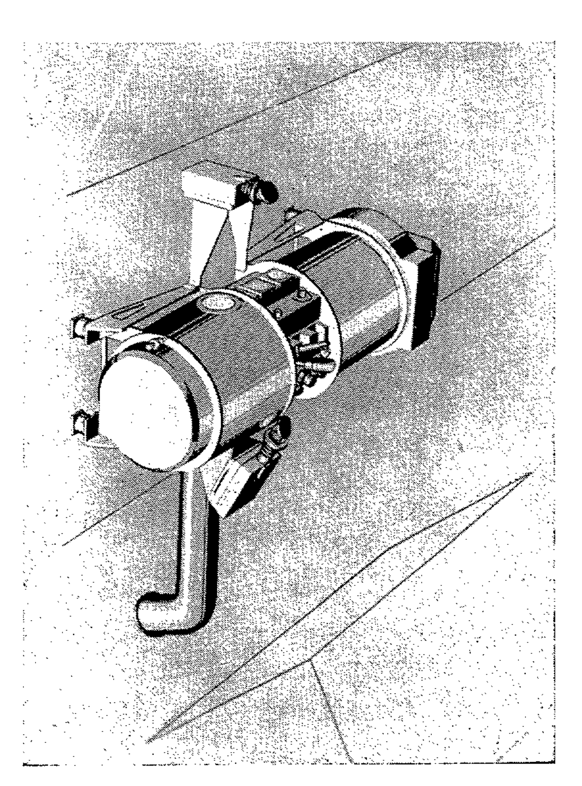


Fig. 1.

Ilustración artística del conjunto para el experimento montado sobre la superficie interior del adaptador de atraque múltiple.

MDA (Multiple Docking Adapter). El conjunto para el experimento va montado sobre la superficie interior de la parte de adaptador de atraque múltiple del taller orbital. El conjunto es totalmente independiente y autónomo. Una sola batería proporciona la energía necesaria para la soldadura, giro de las probetas, luces y para las dos cámaras.

La parte derecha del conjunto consta del cañón de haz electrónico, del genera-

dor de alta tensión y de la caja de la batería. La parte central contiene los interruptores, mandos y contadores necesarios para la operación del experimento.

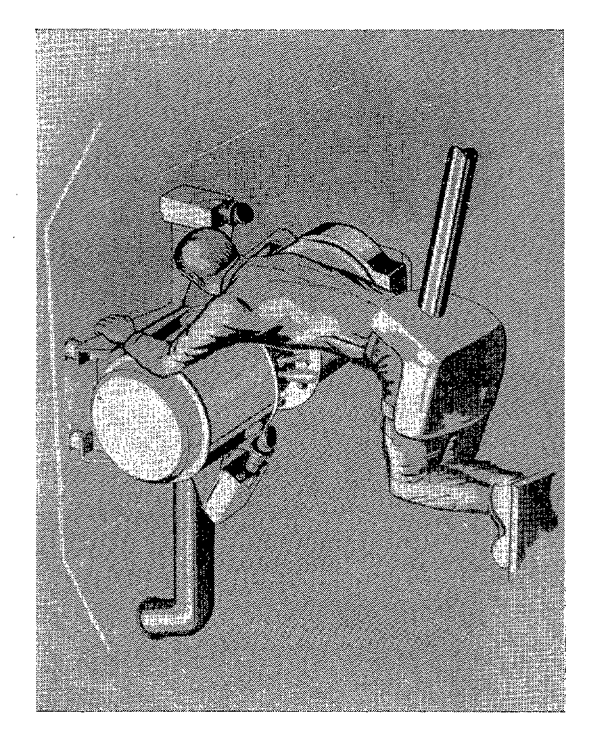


Fig. 2.

Ilustración artística de un astronauta realizando un experimento de soldadura.

La parte izquierda consiste en una cámara de vacío ventilada al espacio a través de la pared del módulo MDA. Esto proporciona el alto vacío del espacio sin someter a los astronautas a los riesgos de las actividades fuera del vehículo (Extra-Vehicular Activity) o de la operación de soldadura propiamente dicha.

La figura 2 es el dibujo de un astronauta efectuando un experimento de soldadura. Dos cámaras funcionarán durante el experimento de soldadura; una de ellas captará el baño de fusión de la soldadura en color y la otra registrará las lecturas de los contadores y los reglajes de control.

Después de cerrar una válvula de la línea de ventilación de vacío y admitir oxígeno en la cámara de vacío, esta última puede ser abierta para sacar la probeta de soldadura para su regreso a la Tierra desde la órbita. La figura 3 muestra a un astronauta extrayendo una probeta soldada de la cámara de vacío. A continuación se puede instalar una nueva probeta y volver a evacuar la cámara.

III.—Descripción de un dispositivo de soldadura por haz electrónico accionado por batería de laboratorio.

A. *Conceptos de diseño y descripción general.*

El dispositivo de soldadura por haz electrónico autónomo, accionado por batería, aparece en la fig. 4. Este dispositivo se ha proyectado para utilización en laboratorio, con el objeto de contribuir al diseño del experimento de soldadura en órbita descrito más arriba. El dispositivo está diseñado para su montaje en un cilindro de vidrio o metal,

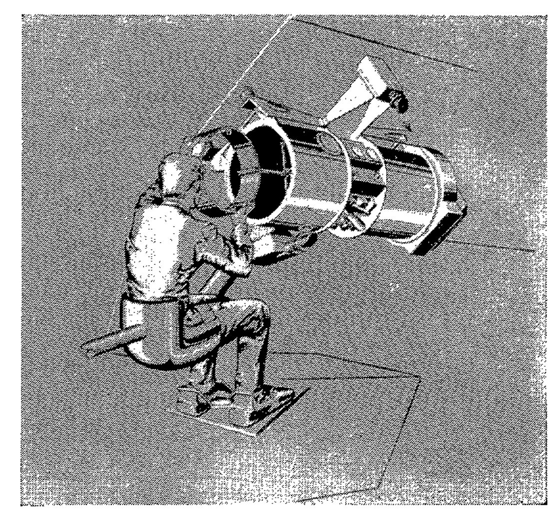


Fig. 3.

Ilustración artística de un astronauta sacando una probeta de soldadura de la cámara de soldeo.

como indica la figura 5, o puede colocarse todo el conjunto en el interior de una cámara de vacío más grande. En cualquiera de los dos casos, las pruebas de

soldadura pueden realizarse en las cámara de vacío.

El dispositivo de soldadura con haz

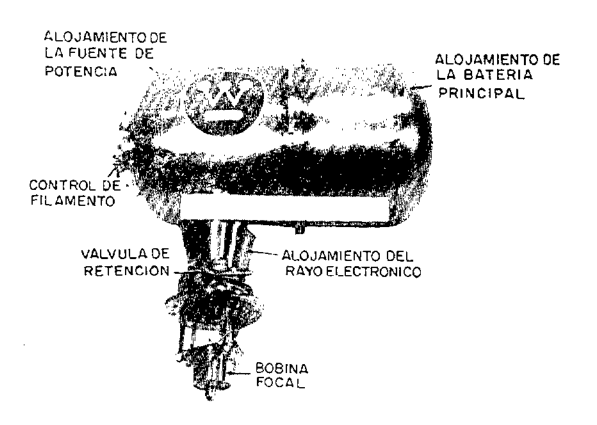


Fig. 4.

El dispositivo de soldadura por haz electrónico accionado por batería de laboratorio.

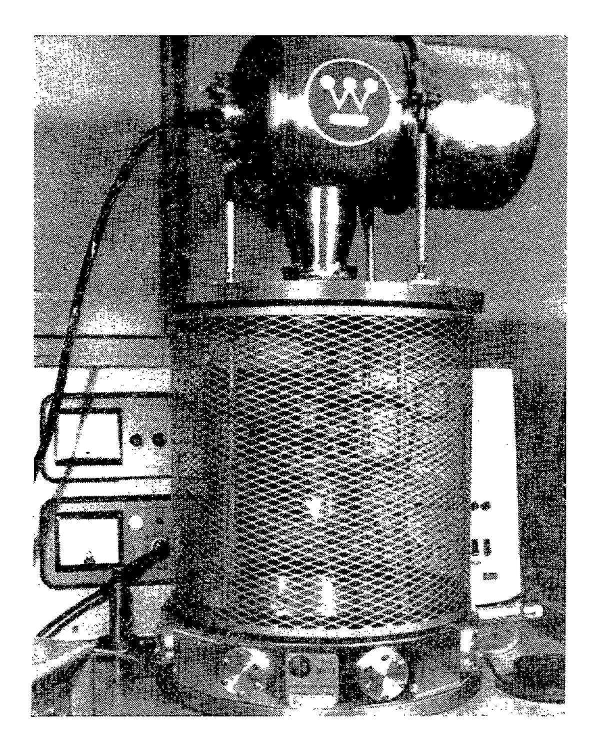


Fig. 5.

El dispositivo de soldadura de laboratorio montado sobre una instalación de vacío para realizar pruebas de soldadura.

electrónico de laboratorio es una máquina de soldadura de haz electrónico de 2 kilovatios, completamente autónoma y accionada por batería, capaz de producir un haz electrónico sumamente concentrado de 20 kilovoltios y 100 miliamperios durante cinco minutos sin interrupción. El conjunto completo consta de un recipiente de acero inoxidable herméticamente cerrado y presionizado que contiene la batería principal de acumuladores, alimentación de energía del inversor, batería de acumuladores de filamento, circuito de control del filamento y cañón de haz electrónico (véase figura 5), una vál-

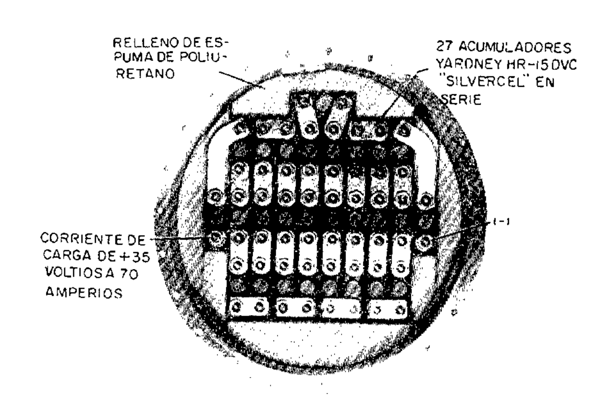


Fig. 6.

La batería principal de acumuladores del dispositivo de soldadura de laboratorio.

vula de seguridad y una lente electromagnética fijadas al recipiente de presión (véase figura 4) y un cuadro de control montado sobre soporte exterior (no representado en la figura) conectado con un cable a los circuitos del recipiente de presión. El cuadro de control está destinado a hacer funcionar convenientemente el aparato con grupos electrógenos exteriores (a fin de conservar las baterías). Con el fin de emplear pequeños espacios de separación entre los elementos de alta tensión y reducir al mínimo las dimensiones del recipiente, este último está diseñado para ser presionizado hasta 60 libras por pulgada cuadrada (absolutas) con hexafluoruro sulfúrico (F_6S), un compuesto estable, químicamente inerte, utilizado

comúnmente como medio aislante en el material eléctrico de alta tensión.

No puede usarse el enfriamiento por convección mediante una atmósfera ambiental para eliminar el calor de los componentes eléctricos disipadores de energía dentro del recipiente de presión; en primer lugar, porque todo el conjunto puede estar funcionando dentro de una cámara de vacío y también porque algunos de los componentes disipadores de energía se hallan eléctrica y térmicamente aislados del recipiente de presión. Así, pues, el aparato ha sido proyectado de forma que la energía disipada es absorbida por la capacidad térmica de la estructura mecánica de soporte. La elevación de temperatura de esta estructura limita el tiempo de trabajo continuo del conjunto a cinco minutos (a una salida de potencia de 2 kilovatios).

El conjunto de la figura 4 pesa 27,6 kilos y mide 533,4 mm. de longitud por 304,8 mm. de diámetro. El pequeño extremo de la bobina de enfoque sobresale 254 mm.

B. *Batería de acumuladores.*

La figura 6 ilustra la disposición de las pilas independientes que componen la batería principal. Esta batería consta de 27 acumuladores conectados en serie por medio de sólidas barras plateadas. El voltaje en vacío de la batería es de unos 50 voltios. Bajo la carga nominal de 70 amperios, el voltaje de la batería desciende a 35 voltios. Cuando está recién cargada la batería almacena 525 vatios-hora de energía.

C. *Alimentación de energía del inversor.*

La alimentación de energía del inversor emplea dos fases: un oscilador de potencia de inductor saturable y un rectificador inversor de 2 kilovatios que consiste principalmente en dos grupos de 6 transistores de potencia de germanio conectados en paralelo y un transformador de alta tensión. Algunos de los componentes del oscilador de potencia y del inversor están representados en la figura 7.

El oscilador de potencia de inductor saturable genera una onda cuadrada de voltaje alterno de 3 kilohertzios aproximadamente, la cual se emplea para excitar alternativamente los dos grupos de transistores de potencia en la etapa del inversor. Cada grupo está conectado entre un lado del primario de toma central del transformador de alta tensión y una

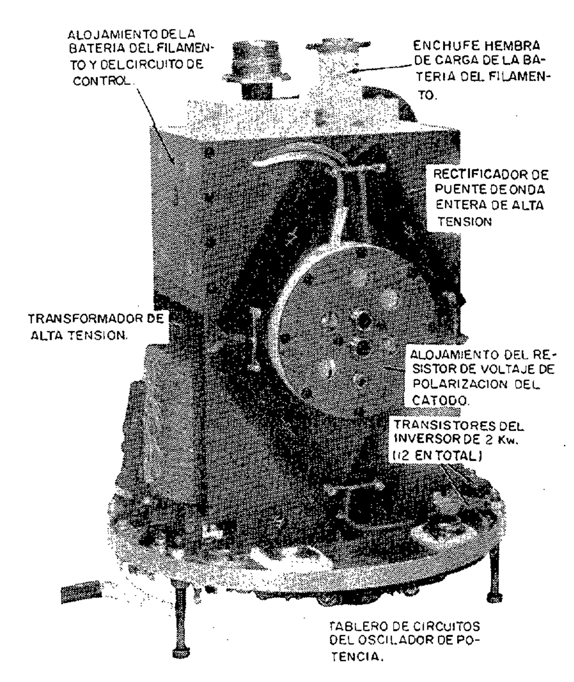


Fig. 7.

El grupo electrógeno del dispositivo de soldadura de laboratorio ilustrando algunos de los componentes del inversor y de alta tensión.

placa básica de aluminio que sirve de soporte mecánico y de sumidero de calor para los componentes del oscilador de potencia y del inversor. Esta toma central del transformador está conectada con el borne positivo de la batería principal. El borne negativo de la batería está conectado a la placa básica. La conexión y desconexión alternativa de ambos grupos de transistores en paralelo, de forma que un grupo se halla conectado, mientras el otro está desconectado, equivale a la aplicación de una onda cuadrada de voltaje alterno a través de todo el arrollamiento de toma central del transformador.

D. *Componentes de alta tensión.*

El transformador de alta tensión eleva el voltaje nominal de 35 voltios de la batería principal al voltaje deseado de salida de 20 kilovoltios. La tensión alterna de onda cuadrada de 20 kilovoltios que aparece en el secundario del transformador de alta tensión se aplica a un rectificador de puente de onda entera formado por cuatro diodos superpuestos de alta tensión. Un capacitor de filtro suaviza la forma de onda de voltaje, convirtiéndola en una tensión continua casi pura con oscilaciones inferiores al 2 por 100 a una corriente de plena carga de 100 miliamperios. La corriente de carga se mide con un miliamperímetro (en el módulo de control) conectado al conductor de retorno de masa del suministro de energía. El voltaje del haz se mide con un voltímetro debidamente calibrado (también en el módulo de control), que funciona por resistencias adicionales en serie conectadas a través de la salida de 20 kilovoltios de la alimentación de energía.

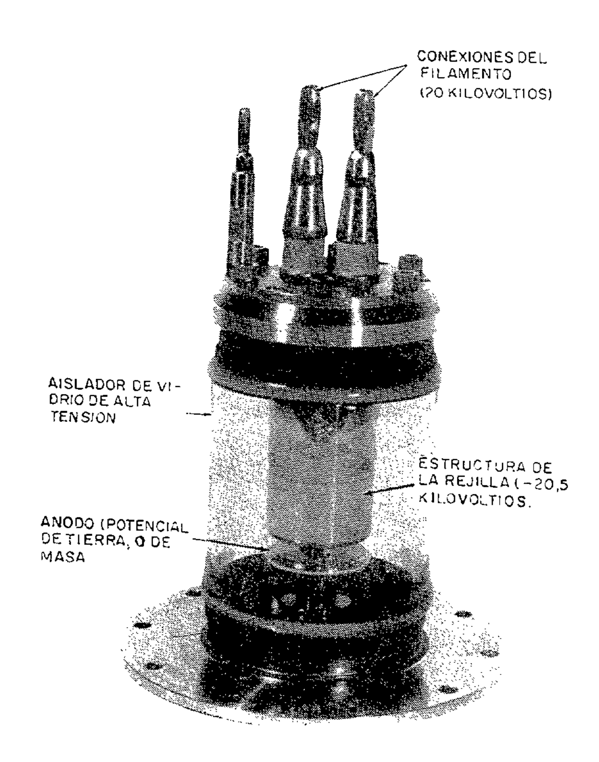


Fig. 8.

El cañón de haz electrónico de las máquinas de soldadura de laboratorio y orbital.

E. *Batería de acumuladores del filamento y circuito de control.*

La batería del filamento y circuito de control «flota» en la salida negativa de 20 kilovoltios de la alimentación de energía del inversor. La batería de acumuladores del filamento consta de 3 pilas Yardney «Silvercel», tipo HR-15VDC, conectadas en serie para producir 5,5 voltios (en circuito abierto) ó 4,3 voltios bajo la carga del filamento (15,5 amperios nominales). La batería va encerrada en una caja de «teflón» para aislamiento de alta tensión y queda sujeta fuertemente en su posición por medio de una tira de espuma de poliuretano. El circuito de control del filamento consta de un transistor en serie con el filamento, un reóstato conectado para variar la polarización del cuerpo emisor del transistor, un interruptor accionado por una leva adaptada al eje del reóstato y un enchufe hembra para cargar la batería del filamento sin abrir el recipiente de presión. El filamento puede hacerse funcionar también por un grupo electrógeno externo debidamente aislado para alta tensión. Una prolongación aislada del eje del reóstato embraga una tapa giratoria de cierre hermético en la abertura extrema del recipiente de presión, permitiendo que un operador conecte y desconecte el filamento y regule la corriente del mismo con una perilla de mando situada en la parte exterior del recipiente.

F. *Cañón del haz electrónico.*

La figura 8 es una fotografía del cañón del haz electrónico. El cañón consiste en un triodo que consta de un ánodo, rejilla y filamento. El ánodo está al potencial de masa (tierra); el filamento y la rejilla funcionan a la alta tensión negativa con relación al ánodo y están aislados de éste por el envolvente de vidrio duro del cañón. Este casco de vidrio no sólo sirve como aislador, sino también como barre-

ra entre el F6S presionizado en el grupo electrógeno y el elevado vacío requerido en el cañón. El filamento está construído con cinta de tungsteno puro y va montado de tal manera que queda eléctricamente aislado de la rejilla. Se requiere voltaje de polarización de rejilla para el adecuado foco del cañón de haz electrónico, pero no para el control de la corriente, el cual se logra mediante el control de la temperatura del filamento. El voltaje de polarización de rejilla se desarrolla pasando la corriente del haz procedente del grupo electrógeno por un resistor de polarización del cátodo al filamento. Por lo general, se puede emplear un resistor de 4.000 ohmios, que desarrolla una polarización negativa de 400 voltios (con respecto al filamento) a una corriente de haz de 100 miliamperios.

No es necesaria ninguna alineación mecánica para hacer que la rejilla, el filamento, el ánodo y la bobina de enfoque sean coaxiales, salvo que el filamento ha de estar centrado en la estructura de la rejilla. Sin embargo, la debida alineación de las distintas estructuras depende de un mecanizado de precisión.

Una válvula de seguridad de doble efecto cierra herméticamente la cámara de alta tensión del cañón electrónico (véase figura 4). Así se puede mantener un vacío en el cañón, mientras se cambian las probetas de soldadura. Cuando se vuelve a evacuar la cámara, hay que abrir la válvula de seguridad. La presión en la cámara de alta tensión ha de ser de 10^{-4} Torr o menos para el funcionamiento satisfactorio del cañón.

El elemento final del cañón es una lente electromagnética (véase figura 4), que se emplea para reconcentrar el haz electrónico sobre el trabajo. El haz se reconcentra aproximadamente 2 pulgadas (50,8 milímetros) desde el centro de la lente o alrededor de tres cuartos de pulgada (19,1 milímetros) por debajo del soporte de escudo. La lente pesa menos de 1 libra (453 gramos). Requiere una corriente de unos 1,3 amperios, la cual se deriva de la batería principal. Un regulador previo de resistencia y diodo zener y regulador miniatura de corriente constante proporcionan la corriente constante a la bobina. Un amperímetro y un potenciómetro de control para la bobina están situados en el cuadro de control.

G. *Características del cañón de haz electrónico.*

La figura 9 presenta curvas típicas de características de la parte electroestática del cañón de haz electrónico. La influencia del resistor de polarización del cátodo puede apreciarse en el punto de partida

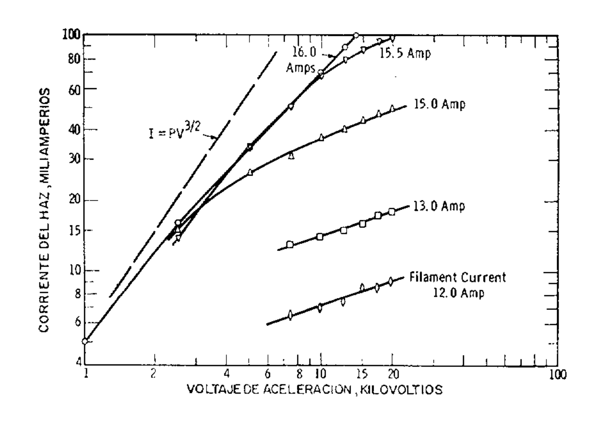


Fig. 9.

Dispositivo de soldadura por haz electrónico autónomo Westinghouse; características típicas del cañón de haz electrónico con resistencia de polarización del cátodo de 4.000 ohmios.

de la curva de corriente de emisión cuasilimitada por espacio y carga (corriente de filamento de 16,0 amperios) de la ley exponencial de tres mitades, y el punto de partida de las curvas de corriente de emisión cuasilimitada por temperatura (12,0 a 15,5 amperios) de las líneas rectas horizontales. El primer efecto se debe al creciente voltaje de polarización de rejilla desarrollado por la creciente corriente del haz, y el último se debe al efecto decreciente del voltaje de polarización de rejilla con el aumento de la alta tensión a corriente constante de emisión limitada por la temperatura.

H. *Medidas del diámetro del haz.*

Se han hecho intentos para medir el diámetro del haz en un punto situado aproximadamente a 2 pulgadas (50,8 milímetros) del centro de la lente electromagnética. Para conseguir esto, se colocó un portadiafragma refrigerado por agua y eléctricamente aislado más allá de la lente; el haz era guiado mediante bobinas deflectoras hacia la abertura del diafragma, haciendo innecesaria la alineación precisa coaxial del portadiafragma con el cañón. La porción del haz que pasó a través de la abertura fué recogida en una copa de Faraday refrigerada por agua, situada a corta distancia más allá del portadiafragma. Tanto la corriente de la abertura como la corriente del colector fueron vigiladas. Con los adecuados valores de voltaje de polarización de rejilla y de corriente de la lente se averiguó que 90 por 100 o más de un haz de un miliamperio y 20 kilovoltios podía ser pasado por un orificio de 0,031 pulgadas (0,787 mm.) de diámetro. Se supone que la distribución transversal de la corriente del haz es una función gaussiana, y, por consiguiente, 50 miliamperios del haz de 2 kilovatios ocuparían un disco de sólo 0,015 pulgadas (0,381 mm.) de diámetro. En comparación, el diámetro calculado del disco de aberración esférica de la lente electromagnética es de 0,006 pulg. (0,152 milímetros). Aunque se sabe muy poco sobre la aberración esférica de las lentes electrostáticas, ésta es por lo menos igual o mayor, probablemente, que la de la lente electromagnética. Por tanto, el diámetro medido del haz parece aproximarse a un valor limitado por las aberraciones de la lente. Las probetas de soldadura producidas con el haz confirman también el pequeño diámetro del haz.

I. *Probetas de soldadura producidas empleando la máquina de soldar de haz electrónico accionada por batería.*

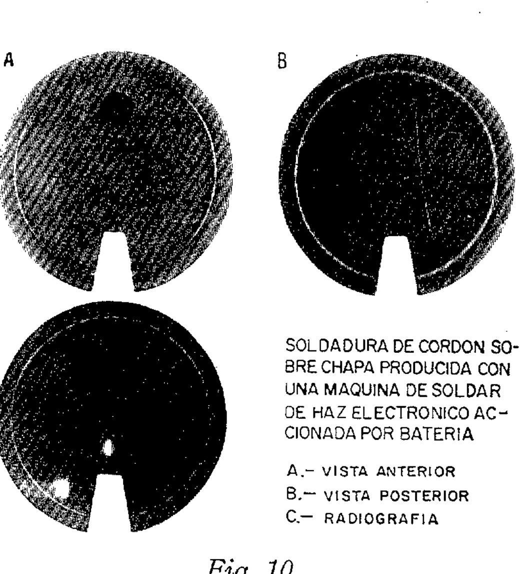
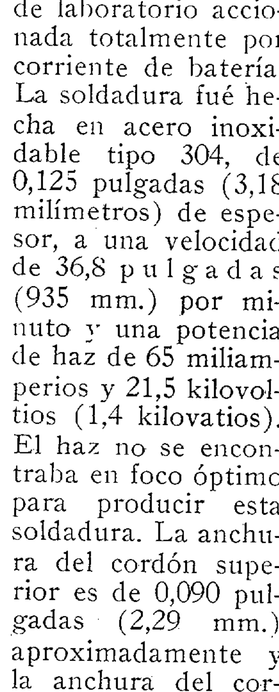


Fig. 10.

Soldadura de cordón sobre chapa producida con la máquina de soldar de haz electrónico accionada por batería.



La figura 10 representa una soldadura (cordón sobre chapa) producida con la máquina de soldar de laboratorio accionada totalmente por corriente de batería. La soldadura fué hecha en acero inoxidable tipo 304, de 0,125 pulgadas (3,18 milímetros) de espesor, a una velocidad de 36,8 pulgadas (935 mm.) por minuto y una potencia de haz de 65 miliamperios y 21,5 kilovoltios (1,4 kilovatios). El haz no se encontraba en foco óptimo para producir esta soldadura. La anchura del cordón superior es de 0,090 pulgadas (2,29 mm.) aproximadamente y la anchura del cordón inferior de 0,025 pulgadas (0,63 mm.) aproximadamente. La radiografía de esta soldadura no revela porosidad discernible alguna. Se realizó otra soldadura utilizando fuentes de alimentación eléctrica externas para sustituir las dos baterías de acumuladores. La soldadura de cordón sobre chapa fué realizada en acero inoxidable tipo 304 de 0,188 pulgadas (4,77 mm.) de espesor, a una velocidad de 40,4 pulgadas (1.026 mm.) por minuto y una potencia de haz de 80 miliamperios y 18 kilovoltios (1,44 kilovatios). La corriente de la lente electromagnética fué variada durante la pasada para ajustarla a un valor óptimo; se logró la penetración completa entre unos ciertos límites de corrientes de la lente.

IV.—Adaptación del conjunto de laboratorio para producir un cañón de haz electrónico totalmente autónomo para el experimento de soldadura en órbita.

La figura 11 es un esquema de la máquina de soldar por haz electrónico totalmente autónoma, que actualmente se construye para emplearla en el experimento de soldadura en órbita descrito en los controles y aparatos de medida necesarios para la ejecución de los experimentos de soldadura. El astronauta tiene control directo de la corriente del haz (variando la temperatura del filamento), puede variar asimismo la corriente de la lente electromagnética ligeramente para optimizar el foco del haz sobre la pieza trabajada. La salida de alta tensión de la alimentación de energía del inversor es

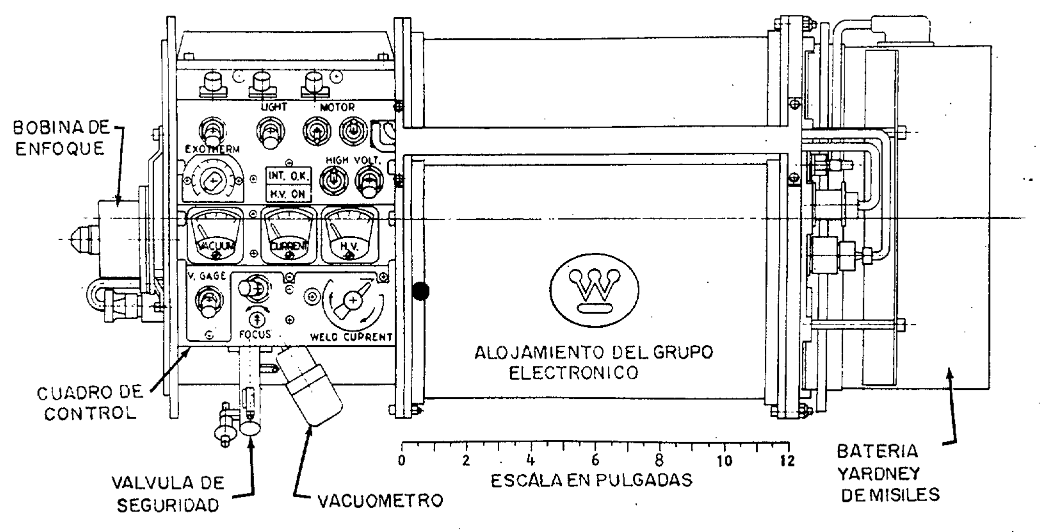


Fig. 11.

Cañón de haz electrónico accionado por batería para el experimento de soldadura en órbita.

la Sección II. La diferencia más destacada entre los dos conjuntos es la posición del cañón de haz electrónico con relación al suministro de energía y a la batería. El aparato de laboratorio en ángulo recto ha sido adaptado a la configuración en línea de la figura 11, a fin de producir un conjunto más manejable. La configuración en línea es también más robusta mecánicamente: durante el lanzamiento, el conjunto irá situado de manera que su eje largo sea paralelo a la dirección de máxima aceleración.

La segunda diferencia más destacada entre los dos conjuntos es el cuadro de control incorporado en el aparato soldador en órbita. Este cuadro contiene todos

mantenida a 20 kilovoltios y regulada a una tolerancia mejor que ± 400 voltios; no se precisa ajuste de este voltaje—está conectado o desconectado. Los aparatos de medida eléctricos controlan el voltaje y la corriente del haz. Se dispone de interruptores para el suministro de energía de alta tensión, la lente electromagnética, el motor de accionamiento de las probetas, las luces (necesarias para la fotografía) y un experimento de bronce soldadura exotérmica situado en la cámara de soldadura.

Varias piezas de la máquina de soldar han sido adaptadas al conjunto para soldadura en órbita con pequeña alteración o ninguna. Ciertos elementos no existen-

tes en el aparato de laboratorio, pero considerados necesarios para la satisfactoria ejecución de los experimentos de soldadura espaciales, han sido agregados.

El cañón de haz electrónico, la válvula de seguridad y la bobina de enfoque fueron adaptados al conjunto orbital con sólo modificaciones insignificantes. Debido a la válvula de seguridad de doble efecto, es posible evacuar el cañón hasta lograr un alto vacío, cerrar la válvula y mantener un vacío en el cañón durante el almacenaje antes del lanzamiento, el lanzamiento y el almacenaje en órbita. Cuando se monta el conjunto en el taller orbital, la válvula puede abrirse de nuevo. La válvula está enclavada, ha de estar abierta para que funcione la alta tensión.

El circuito de control del filamento ha sido modificado ligeramente, a fin de obtener una mayor seguridad funcional. En el nuevo circuito sólo se emplean transistores de silicio. Se ha agregado otra batería para proporcionar más voltaje al filamento; esta batería es necesaria por la mayor caída de tensión a través del transistor de silicio en serie, en comparación con el transistor de germanio utilizado en el dispositivo de laboratorio. La batería de acumuladores del filamento ha sido colocada en un compartimiento herméticamente cerrado, cuya presión absoluta es de 760 Torr de aire. Esta batería puede recambiarse sin despresionizar el grupo de alimentación eléctrica.

Para mayor seguridad funcional, la batería de acumuladores del conjunto de laboratorio ha sido reemplazada por una «batería de misil», Yardney Electric Corporation, de capacidad similar a la del «Géminis». Esta batería proporciona hasta 100 amperios a una tensión nominal de 28 voltios durante diez minutos aproximadamente; su capacidad es, pues, de unos 470 vatios-hora.

La etapa del inversor de dos kilovatios queda esencialmente inalterada, con excepción del empleo del silicio en lugar del germanio en todos los transistores; además, cada transistor de potencia lleva un fusible independiente, de manera que la avería (por cortocircuitación) de cualquier transistor no puede causar averías adicionales ni desconectar el dispositivo.

Se ha elegido un capacitor de filtro encapsulado más fiable. Se emplean los mismos rectificadores de alta tensión. El transformador de alta tensión tiene una relación algo más elevada de vueltas debido al menor voltaje de la batería en el caso del conjunto orbital. Además, un arrollamiento suplementario en el secundario del transformador proporciona aproximadamente 500 voltios para la polarización de rejilla.

El eje de la lente electromagnética ha sido desplazado unos tres cuartos de pulgada respecto al eje del cañón del haz electrónico y se han agregado dos bobinas de deflexión electromagnética para orientar el haz desde el último eje al primero. Este sistema es necesario para reducir al mínimo la posibilidad de que el cañón sea averiado por fragmentos metálicos creados durante el experimento de soldadura. Las dos bobinas de deflexión y la lente se hallan conectadas en serie, una batería independiente y un regulador de corriente constante proporcionan una corriente estable y bien regulada a las tres bobinas. Una derivación, a través de la bobina de enfoque, permite al astronauta hacer una variación con error de $\pm$ 10 por 100 en la corriente de la lente, sin ningún efecto sobre la corriente que pasa por las bobinas de deflexión.

El conjunto, para soldadura en órbita, cuenta con un vacuómetro para controlar la presión en la cámara que alberga la válvula de doble efecto. Esta válvula cierra herméticamente tanto la cámara de alta tensión del cañón como la cámara de vacío donde se realiza la soldadura. Está previsto que el cañón sea evacuado en tierra y la válvula de seguridad cerrada para sellar el cañón bajo alto vacío. Al conservar el cañón bajo vacío, se reduce al mínimo la probabilidad de que ocurran saltos de arco. Antes de hacer funcionar la máquina de soldar, el astronauta excitará el vacuómetro. Si la presión es satisfactoria (aproximadamente 10^{-3} Torr o menos), abrirá la válvula de seguridad (su-

poniendo que la cámara de soldadura haya sido evacuada anteriormente) y hará funcionar la máquina de soldar. Para que el funcionamiento del cañón de haz electrónico sea satisfactorio, la presión ha de ser de 10^{-4} Torr o inferior después de abrir la válvula de seguridad. Si esta comprobación inicial revela que la presión es insatisfactoria, el astronauta procederá de todas formas a abrir la válvula, pero en este caso debe permitir que la cámara del cañón cargue hasta que la presión alcance los 10^{-4} Torr.

El vacuómetro está enclavado con los circuitos de alta tensión, de tal manera que la alta tensión no puede ser activada hasta que la presión sea satisfactoria. Un aumento extraordinario de la presión durante la operación de soldadura producirá la desconexión de la alta tensión.

Otras funciones que se hallan enclavadas con la alta tensión son las siguientes: la posición de la válvula de seguridad—esta válvula debe estar abierta para cerrar el enclavamiento, el suministro eléctrico a las bobinas de enfoque y deflexión—, este grupo ha de estar excitado para cerrar el enclavamiento.

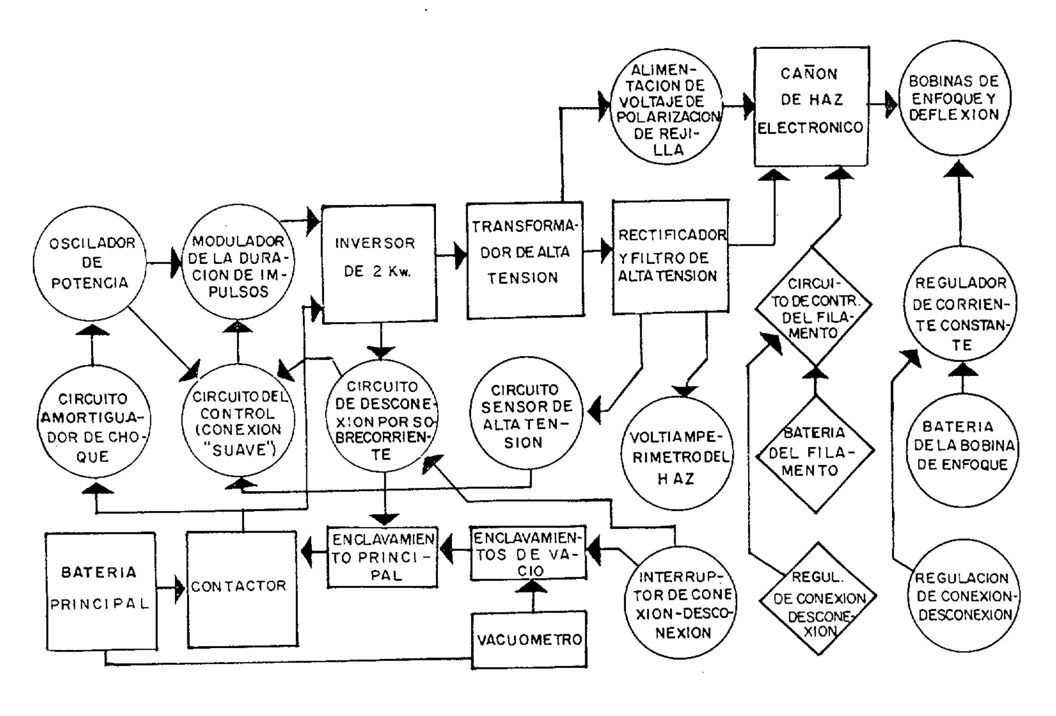


Fig. 12.

Cañón de haz electrónico accionado por batería Westinghouse; esquema de conjunto de la instalación eléctrica.

La figura 12 es un esquema de conjunto de los principales circuitos eléctricos que constituyen el aparato de soldar por haz electrónico accionado por batería. Los bloques cuadrados indican componentes o circuitos principales de transmisión de energía, los bloques circulares indican circuitos de control o medida, los bloques rectangulares indican circuitos de enclavamiento y los bloques en forma de rombo indican circuitos relacionados con el filamento del cañón.

La regulación del voltaje del haz es necesaria por dos razones como mínimo:

1. Para mantener el foco del haz sobre la pieza trabajada con voltaje de admisión de batería variable y corriente de haz variable.

2. Para simplificar la tarea de control del astronauta permitiéndole concentrar su atención sobre la corriente de soldadura, y ajustar rápidamente dicha corriente al valor deseable, sin tener que regular la alta tensión o el foco del haz.

La regulación se logra por la variación de la duración del impulso de una onda cuadrada utilizada para excitar el inversor de transistores de dos kilovatios. Esta señal de excitación es generada por un oscilador de potencia de onda cuadrada. La frecuencia del oscilador viene determinada por un oscilador de relajación de baja potencia; de esta manera, la frecuencia está relativamente exenta de la alteración debida a variaciones en el voltaje de la batería y en la temperatura.

El funcionamiento del grupo electrógeno se inicia accionando un pulsador de conexión y cerrando así el contactor (suponiendo que los interruptores de vacío y de enclavamiento principal se hallen cerrados, como normalmente ocurre). El circuito amortiguador de choque proporciona un breve retardamiento antes de aplicar la tensión de la batería a los circuitos del oscilador de potencia. Este retardo es tal que el rebote del contacto, asociado con el contactor, se completa antes de la terminación del tiempo de retardamiento. El oscilador de potencia proporciona señales de potencia y sincronización a los circuitos de control. Los circuitos de control aumentan lentamente la duración del impulso de la onda cuadrada suministrada por el oscilador de potencia al inversor de dos kilovatios, por medio del modulador de duración de impulsos. Así, pues, el inversor de dos kilovatios no consume inicialmente ninguna corriente de la batería (cuando el contactor se cierra) y luego va aumentando lentamente el consumo de corriente hasta que alcanza la corriente de 90 amperios aproximadamente (plena carga). La corriente real de la batería viene determinada por la magnitud de la corriente del haz electrónico. El circuito sensor de alta tensión capta la salida nominal de 20 kilovoltios y la compara con un voltaje de referencia. La diferencia entre estos dos voltajes es retransmitida al circuito de control del modulador de duración de impulsos, de tal manera que la salida de 20 kilovoltios es mantenida entre amplios límites de impedancia de carga y de voltaje de batería.

Dado que todo cañón de haz electrónico está caracterizado por saltos de arco momentáneos, erráticos e imprevisibles, la autoprotección de los circuitos de alimentación eléctrica reviste la máxima importancia. Cuando se detecta una condición de sobrecorriente, la duración del impulso es reducida inmediatamente hasta cero. Asimismo, se abre el enclavamiento principal, el cual, a su vez, abre el contactor y corta la corriente de la batería. El retroceso de fase de la duración del impulso sólo tarda unos pocos microsegundos, mientras que la apertura del enclavamiento principal y del contactor requiere muchos milisegundos. De esta manera, el contactor no interrumpe la alta corriente del inversor de dos kilovatios, sino solamente la relativamente baja corriente requerida por el oscilador de potencia. Para volver a poner en marcha el grupo electrógeno, el astronauta acciona sencillamente el pulsador de conexión. Para desconectar el grupo electrógeno, se acciona el pulsador de desconexión; esto excita el desconectador de sobrecorriente, el cual vuelve a abrir el contactor en una condición de ligera corriente.

DE UNA MADRE A SU HIJO,

ALFEREZ ALUMNO DE LA ACADEMIA GENERAL DEL AIRE, ASI COMO A TODOS LOS QUE SIGUEN ESTA MARAVILLOSA Y HONROSA CARRERA

(Ha llegado a nuestra Redacción la presente dedicatoria que REVISTA DE AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA *se complace en publicar por considerar que, aun apartándose de la línea de sus trabajos, se encuentra impregnada de bellos matices aeronáuticos.)*

SUEÑOS Y ESTRELLAS

Hay latidos en el aire
de corazones abiertos.
Hay escarchados sentires
en los azules senderos.

Hay mil pisadas de pájaros
con alas en desperezo.
Allá arriba, en el Espacio,
hay mil ojos bien despiertos.

Misterios de luces verdes
que llenan mis pensamientos.
Cientos y cientos de pulsos
en constelados aceros.

Amaneceres partidos
por esos aviones nuevos,
que tú irás a pilotar
mientras yo trenzo mis rezos.

Madre... ¡Quiero ser piloto!
Para bañarme en luceros,
para embriagarme de Luna,
para llenarme de Cielo.

Hijo... ¡Quiero ser poeta!
Para soñar con tus sueños,
para alfombrarte de flores
esas rutas de tus vuelos.

Para deshacerme en rosas,
sobre las nubes y el viento,
que te señalen caminos
fáciles en tu descenso.

VUELA UN PAJARO

Anocheceres de Luna
colgados de un hilo tenso.
Pájaro de acero firme
con su rostro bien moreno.

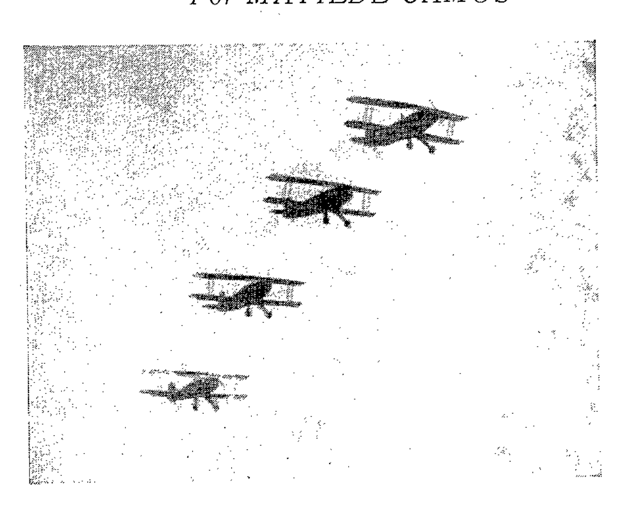
Ya muere la noche herida.
El matutino lucero,
destiñe gotas doradas,
entre los brazos del Cielo.

Giran las hélices prontas,
con mil ronquidos. Estruendos
que al deshacerse en el aire
se van convirtiendo en sueños.

Las aguas del Mar Menor
son de las «Buckers» espejo.
Tú vas trenzando piruetas
al par que tiemblan mis versos.

Yo voy tejiendo oraciones
que también cortan el viento,
ascendiendo a tu carlinga
para diluirse en besos.

Por MATILDE CAMUS





Desde los lejanos tiempos de Caín y Abel, el hombre no ha cesado de hacer la guerra. Ha puesto todas sus dotes y energía en esta tarea, y ella le ha recompensado con fama, riquezas, algún adelanto técnico y, frecuentemente, con la paz gloriosa del sepulcro. La Historia recoge parte de esta ininterrumpida serie de batallas; aquellas en las que había cerca algún cronista o periodista. Sólo Dios sabe cuántos combates, asaltos, matanzas, heroicidades, y también cobardías, han quedado perdidas para el archivo; hazañas sin crónica, quizá de valor práctico por el momento, pero inútiles para la Historia.

Este continuado guerrear se ha caracterizado por una doble pugna: por una parte se libra una lucha física, una lucha en que influye la potencia muscular, la resistencia, la voluntad de perder, la suerte...; pero, además, hay entablada una constante competencia intelectual para encontrar el instrumento, el arma, que pueda superar al utilizado por el enemigo y sorprenderle para alcanzar más fácil y cómodamente la victoria. Así se comenzó por la quijada de burro, la piedra y el garrote, que después se fueron perfeccionando en el hacha, la lanza, el arco y las flechas, la espada, el mosquete..., y por último la bomba atómica.

De todas formas, se debe reconocer, aun en contra de las propagandas pacifistas de la época —¿quizá un arma nueva?—que no todo el saldo de la guerra es negativo. En la lucha se forja el carácter del hombre, poniendo de manifiesto sus virtudes más excelsas, el valor, el compañerismo, la fidelidad, el espíritu de sacrificio, la caballerosidad... Además, colocado en situaciones extremas, se ve forzado a aguzar su inventiva para sobrevivir, y de aquí se han derivado buena parte de los adelantos técnicos conquistados por la Humanidad. Por otra parte, cualquiera estaría dispuesto a luchar contra un enemigo que pusiera en peligro a su patria o que amenazara los valores en que basa su existencia; pero también hay que contar con el hecho de que, en determinadas edades, el hombre—sobre todo, algunos que sienten especialmente la vocación guerrera—, debido al afán de aventura, el gusto por las emociones y la ambición, se siente inclinado a jugarse alegremente la vida.

* * *

Sin embargo, en estos momentos, el hombre, guerrero por naturaleza, se encuentra perplejo. Su inteligencia, dedicada obsesivamente a la busca del arma definitiva, del arma capaz por sí sola de alcanzar la victoria, dió fruto por fin y puso en sus manos el explosivo atómico. El Pentágono sorprendió con él a los japoneses y puso un epílogo apocalíptico a la última guerra. Pero hoy ya no es sorpresa; los posibles futuros contendientes cuentan con las mismas armas, y éstas son de tal calibre que cuando dispone de ellas el enemigo, el asunto deja de tener gracia. Y aunque el temor al explosivo atómico no llega a privarle del placer de guerrear, como demuestra la experiencia, no le deja dedicarse a su «hobby» favorito con entera tranquilidad de espíritu. El instinto de conservación de la especie ronda en su interior y hace que se debata en una continua pugna entre su ansia de escalada y su temor de llegar arriba. Eso que la moderna estrategia llama «disuasión» y que realmente se traduce por indecisión.

* * *

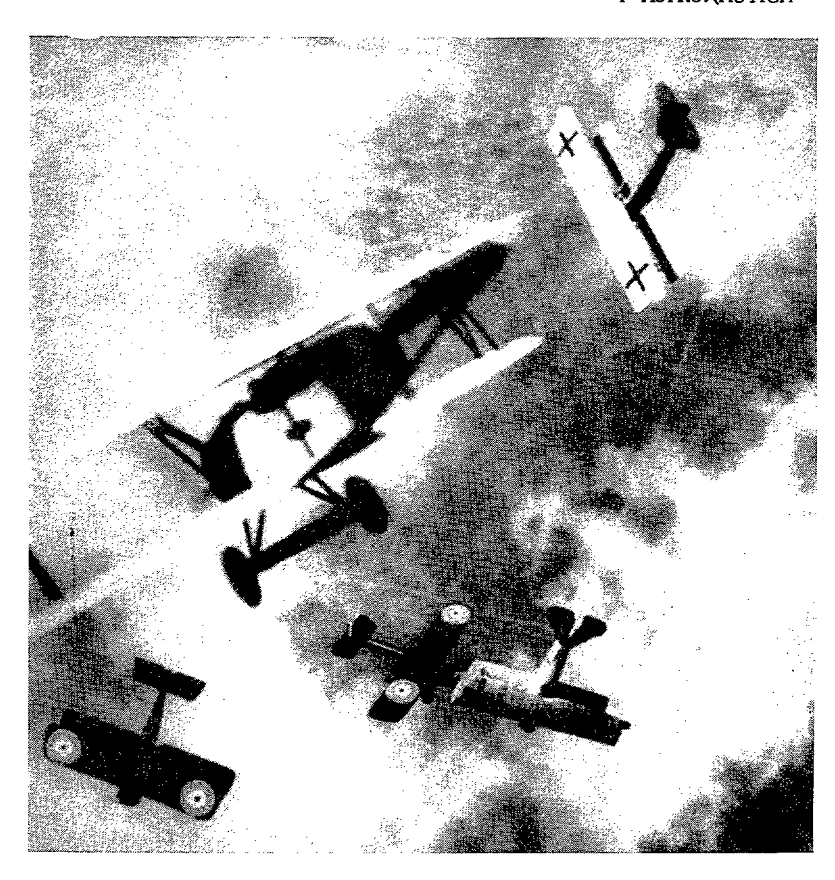
Sin embargo, cuando dedique unos momentos a reflexionar, caerá en la cuenta de que ahora, precisamente ahora, cuando dispone de una amplia panoplia de armas, se encuentra en las mejores condiciones para reglamentar su diversión. No todas esas armas tienen un mismo valor romántico y heroico. Hay una guerra limpia: la lucha



a espada, los torneos caballerescos, los abordajes de las antiguas batallas navales, los asaltos a la bayoneta, las cargas de caballería, los combates aéreos de la primera guerra mundial..., que han inspirado las mejores páginas de la literatura épica. Sin embargo, los torpes asedios medievales, los cañoneos de costas coloniales por los acorazados, los gases asfixiantes, los bombardeos de zona, la bomba atómica, el garrotazo por la espalda..., son sistemas quizá prácticos, pero pesados, morbosos y desagradables de una guerra sucia.

Es posible que, para el futuro, el hombre deseche y prohiba estas últimas armas, que quitan sabor a la guerra y hasta dejan sin ganas de hacerla, y se quede sólo con las primeras, con las que ponen a prueba el temple del combatiente, y lejos de darle un carácter repugnante, elevan al vencedor al rango de héroe o semidiós.

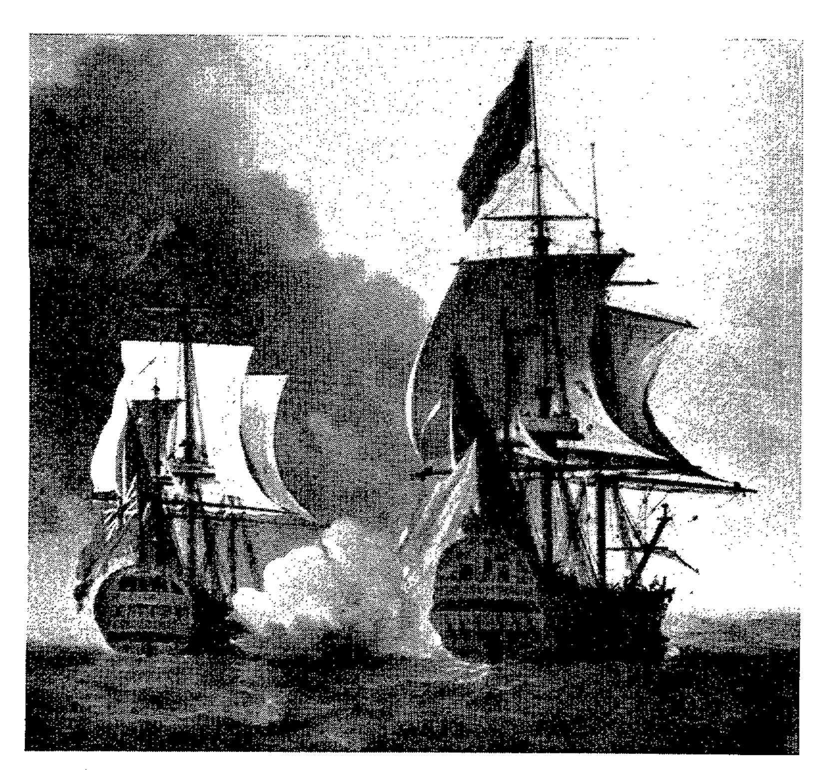
* * *



En esa reglamentación bélica, los combatientes manejarán el arma más adecuada a sus aptitudes o por la que sientan una mayor afición, y se enfrentarán, como los atletas en los juegos olímpicos, por especialidades; unos, en campo abierto, en briosas cargas de caballería; otros en la mar, con sus buques de vela, sus cañones y el hacha del abordaje; algunos combatirán en el aire, a bordo de sus aviones, compitiendo en destreza, vista, suerte y arrojo.

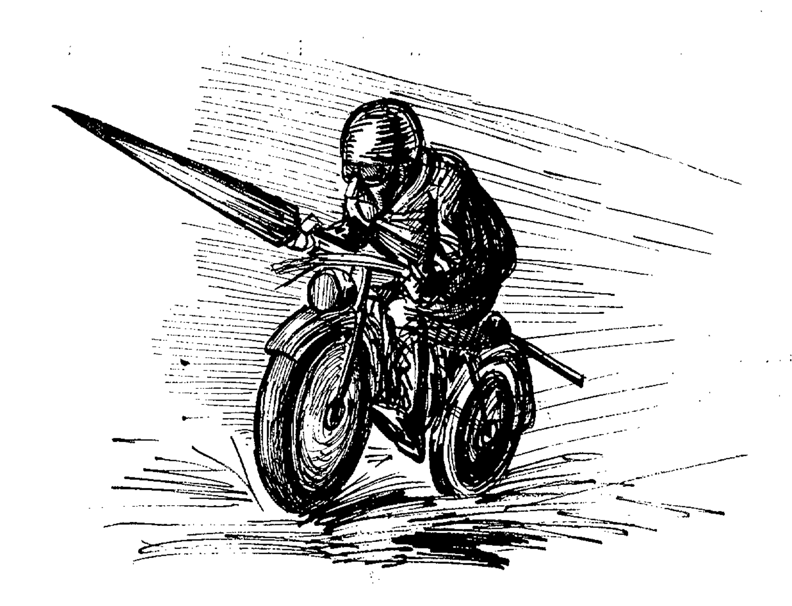
* * *

Los Generales en Jefe, asistidos por sus Estados Mayores, jugarán una batalla de planos y cartografía, en la que computadores, convenientemente programados y controlados por jueces neutrales, señalarán aciertos y errores, altas y bajas, avances y retrocesos..., hasta proclamar al vencedor.



Los científicos reñirán su guerra particular, encerrados por equipos en sus laboratorios, en busca de la fórmula que desconcierte al adversario, colocándole en situación de colapso, y que luego, hábilmente explotada en la paz, mejore los electrodomésticos, haga cómodos los transportes e innecesarios los trasplantes para hacer gozar de mejor vida a la Humanidad.

* * *





Este sistema ofrecerá indudables ventajas. Encontrando un cauce sensato que colme las aspiraciones bélicas de la gente, desaparecerá el peligro de aniquilamiento mundial sin que los héroes guerreros tengan que recurrir a la clandestinidad. Además, podrá montarse en gran espectáculo, con espectadores de pago, y hasta ser transmitido en directo por televisión.

Con ello se obtendrán ingresos suficientes para financiar los presupuestos de defensa, los derechos de botín y hasta un sepelio digno para los fenecidos.

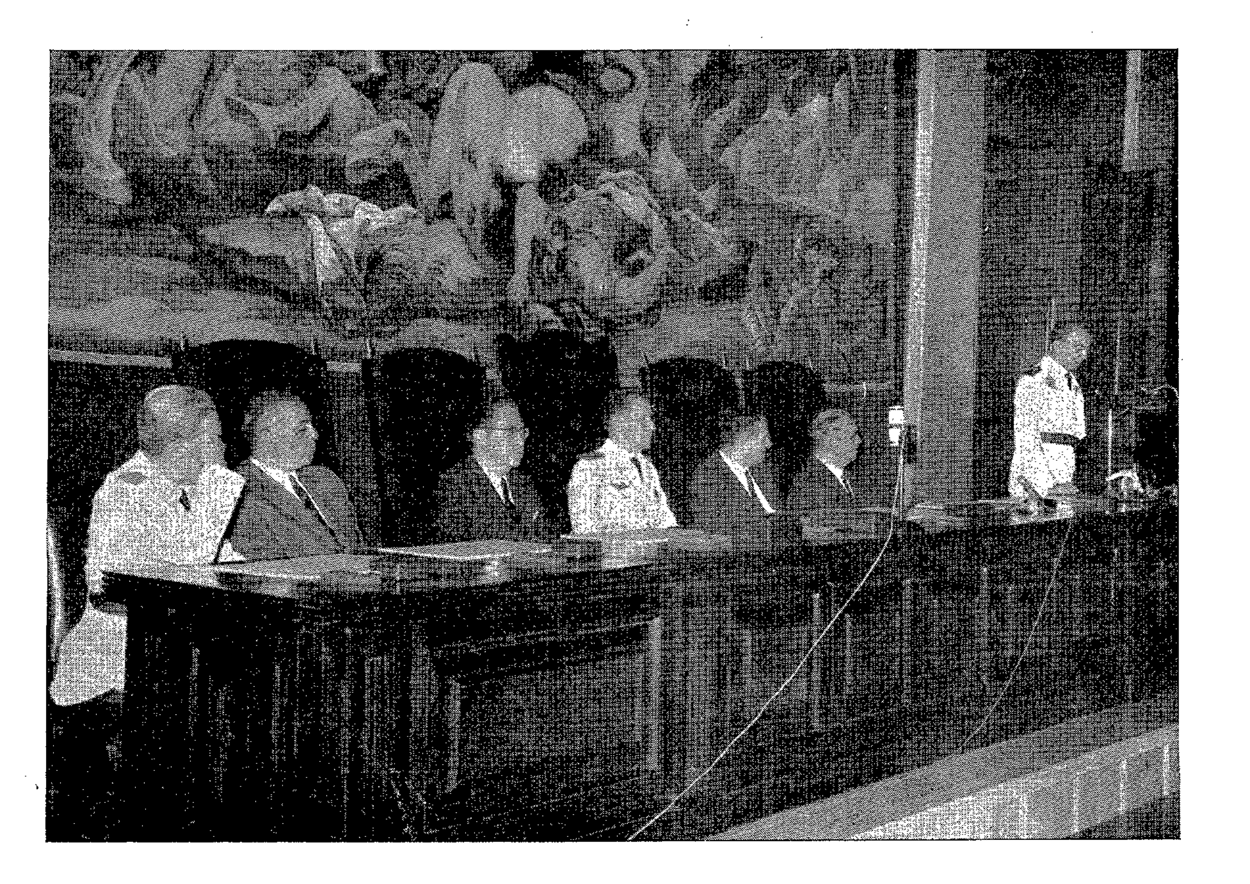
* * *

De todas formas, no nos hagamos demasiadas ilusiones. El proyecto puede tropezar con la oposición de muchos teorizantes que lo considerarán horripilante e irrealizable, y, mientras tanto, de pedrada en pedrada y de escalada en escalada, nos iremos encaminando, con paso vacilante pero seguro, hacia la debacle atómica. Y ahí acabará todo, sin pena ni gloria.



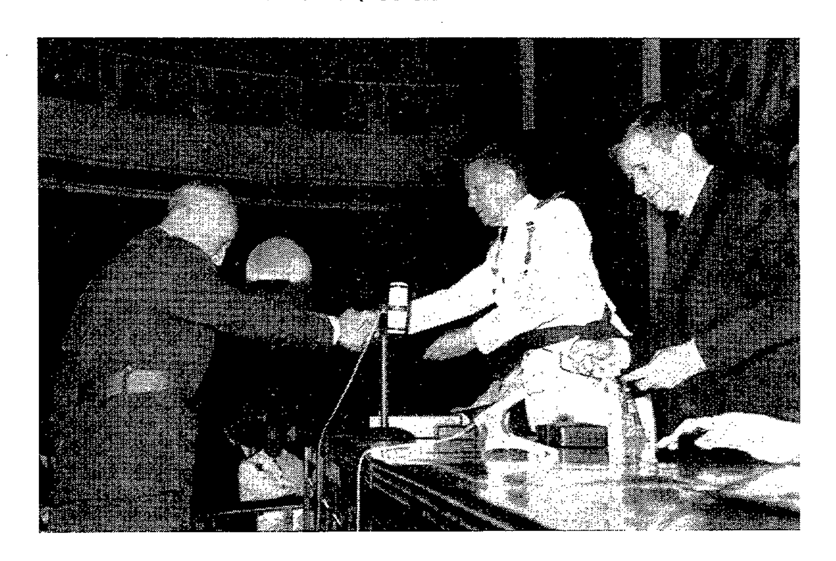
Información Nacional

CLAUSURA DEL IV CICLO ACADEMICO DEL CESEDEN



El Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (CESEDEN) celebró, el pasado día 9 de julio, bajo la presidencia de S. E. el Ministro del Aire, el Acto de Clausura de su IV Ciclo Académico. Acompañaban al Teniente General Lacalle en la presidencia los Ministros de Obras Públicas, Agricultura y Secretario General del Movimiento, el Presidente del Tribunal Supremo, el Jefe del Alto Estado Mayor, Capitán General Muñoz Grandes y el Director del CESEDEN, Teniente General don Manuel Díez-Alegría. Entre los asistentes se encontraban Consejeros del Reino, ex-Ministros y otras personalidades civiles y militares.

Se inició el acto con una conferencia del Teniente General Díez-Alegría, de la que, por su interés, publicamos una amplia síntesis a continuación de esta reseña.



El General Galarza, que fué condecorado con la Gran Cruz del Mérito Militar, recibe de manos de S. E. el Ministro del Aire el distintivo de Estados Mayores Conjuntos

Terminada la conferencia se procedió a la entrega de Certificados de Asistencia a los señores concurrentes al IV Curso de Defensa Nacional y al I Curso de Altos Estudios Militares, y de Diplomas de aptitud y distintivos de Estados Mayores Conjuntos, a los Jefes componentes de la tercera promoción.

A continuación, se celebró la imposición de las condecoraciones concedidas a personal del Centro y a algunas personalidades civiles que colaboran con el mismo.

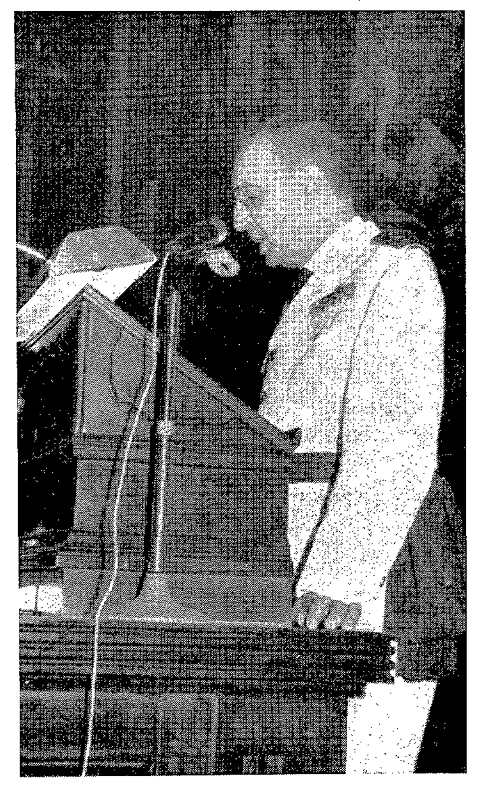
SINTESIS DE LA CONFERENCIA PRONUNCIADA POR EL TENIENTE GENERAL DIEZ-ALEGRIA

El Teniente General Díez-Alegría orientó su conferencia—según dijo—a plantear, más que a resolver, una de las cuestiones de actualidad doctrinal que está siendo objeto de estudio en el Centro: «la cuestión del Mando de los Ejércitos modernos, que necesariamente enlaza con el tema de los principios de la guerra».



El Teniente General Díez Alegría, Director del CESEDEN, entrega al General Gavilán el certificado de asistencia al Curso de Defensa.

Comenzó destacando que en la afirmación napoleónica de que la guerra es ante todo ejecución, está señalado el carácter fundamentalmente artístico de la guerra, ya que las artes se manifiestan ante todo por la acción. Por eso, dijo, nuestros estudios apuntan a la realización de la guerra.



Habló después de la diferencia que existe entre los estudios particulares de la guerra que realizan el militar, el jurista, el moralista, el político, etc., y una posible ciencia general de la guerra que abarcaría el fenómeno en toda su integridad; ciencia necesaria en sí misma y necesaria a los particulares.

Se refirió a los esfuerzos realizados últimamente para construir esta ciencia de la guerra, sobre todo y en primer lugar, por parte de la sociología que, a pesar de sus valiosas investigaciones en este terreno, nunca podrá aspirar a construir verdadera ciencia de la guerra sin dejar de ser sociología. «Porque para ésta la guerra es un fenómeno más a integrar en el complejo proceso evolutivo de las sociedades humanas y la guerra, para conocerla, hay que estudiarla en sí misma». Por esta razón, dijo, en los últimos años, los estudios de la guerra han tomado otra dirección: la polemología, una ciencia nueva que, como su nombre indica, toma a la guerra como objeto exclusivo de su estudio. Existen en varios países occidentales, centros o institutos universitarios dedicados al estudio de la ciencia de la guerra; la ciencia de la ejecución se estudia en centros militares y cívico-militares, como el Instituto de Altos Estudios Militares francés, el de Estudios Estratégicos británico o el CESEDEN español.

Demostró a continuación que, aunque hay una relación directa entre la ciencia de la guerra y la ejecución, no se pueden sustituir mutuamente, porque son distintas. La ejecución es un arte, y como tal tiene mucho de intuitiva.

El estudio del arte de la guerra, afirmó, es nuestro objeto específico. La diferencia radical entre este arte y cualquiera de los otros, consiste en que el de la guerra es el único en que intervienen dos voluntades que tratan de anularse. Su estudio es cada día más complicado, porque hoy, aun cuando sus reglas permanecen invariables, está enormemente tecnificado.

Estas reglas invariables del arte de la guerra, continuó, son los principios, entre los que destacan tres: «voluntad de vencer», «libertad de acción» y «economía de fuerzas». Los conceptos que expresan pueden interpretarse de muchas formas, lo que es inevitable en unos principios que aspiran a la validez universal; pero «universalidad» no significa imprecisión, sino inconcreción. Los principios hay que concretarlos artísticamente, lo que supone la existencia de una voluntad única que dirige. «Por eso, desde antiguo, se reconoce en la guerra la existencia de un principio derivado de los fundamentales, que es el principio de «Unidad de Mando» o de «Mando Unico».

Aunque el principio de Mando Unico puede ser discutido, la historia nos enseña que en el campo militar el mando compar-

tido ha sido siempre una solución de compromiso, característica de ciertos períodos de crisis, y que suele desembocar en un fortalecimiento de la Unidad de Mando. También nos dice la Historia que los Mandos compartidos de los Ejércitos no se instauraron nunca por razones específicamente militares, sino en función de intereses ajenos a la realización de la guerra.

Se refirió seguidamente a la crisis del pensamiento militar actual, examinando la influencia en la misma de las armas nucleares, la electrónica y otras; la variación del concepto de soberanía y las modificaciones éticas y jurídicas experimentadas por el derecho de guerra y el derecho a la guerra. Hoy la guerra no interesa sólo a sus actores, sino a la humanidad entera. Por eso no hay verdadero derecho a la guerra más que en el caso de legítima defensa.

La primera consecuencia de esta crisis, dijo, se refleja en la organización política de las Fuerzas Armadas. «La división de esas fuerzas en Ejércitos independientes, a veces con ministerios propios, conduce en la práctica a que gran número de cuestiones interejércitos, tanto en el campo puramente administrativo como en el de la cooperación operativa, se resuelvan (o a veces dejen de resolverse) por el sistema que pudiéramos llamar de «Mando Colegiado». No hay que decir que las resoluciones a que dicho sistema conduce son de compromiso.

Hablando concretamente de nuestro país, es cierto que sobre los tres Ejércitos tenemos un Organismo Militar Superior. Pero su misión no es de Mando, sino coordinadora. También es cierto que en tiempo de guerra está supuesta la existencia de un Mando personal único. Pero para que, llegado el momento, ese Mando Unico pueda ejercerse con eficacia, hay que dar al instrumento militar la organización adecuada.

Naturalmente, la solución más directa para dar un principio de unidad a los diversos Ejércitos es la del Ministerio de Defensa. A esa solución, se han inclinado la mayoría de los países. Que nosotros sepamos, en Occidente sólo hay dos, Brasil y España, en los que las Fuerzas Armadas no dependan de un ministerio único.

La idea del Ministerio único cuenta con muchos simpatizantes en las Fuerzas Armadas españolas. Personalmente reconocemos que es una solución sencilla y que la sencillez es una virtud orgánica. Pero la primera condición que debe cumplir una solución es la de ser viable, tanto desde un punto de vista objetivo como subjetivo. En los estudios que está realizando el CESEDEN sobre el proyecto de «Ley de Bases de la Defensa», que puede contribuir a resolver el problema de dar unidad a la Defensa Nacional española, el Ministerio de Defensa aparece como una solución muy difícil de adoptar sin más.

Por otra parte, el problema es más complicado de lo que parece. La sencillez es una virtud orgánica, pero no hay que confundirla con la simplicidad. El principio del Mando Unico es incondicionalmente válido en la ejecución de la guerra, pero fuera del campo ejecutivo puede ser discutible e incluso pernicioso. Una cosa es la organización administrativa y otra la de Mandos Operativos. Sería simplista (pernicioso) intentar reducir esas dos organizaciones a una. Porque de lo que se trata no es de prescindir de lo necesario, sino de armonizar necesidades. Al hacerlo hay que tener en cuenta, desde luego, que la razón de ser de los Ejércitos es operativa. Pero a los Mandos Operativos (reales o presuntos), hay que respaldarles con una organización adecuada. Ni esos Mandos pueden asumir ciertas responsabilidades orgánico-administrativas, ni pueden funcionar si alguien no las asume.

La división orgánico-administrativa es permanente. La de Mando, variable con la situación. La organización de los Mandos operativos interejército no alcanzará su plenitud más que en caso de guerra o peligro de guerra. De aquí que el problema fundamental, que es el de la eficien-

cia defensiva que las Fuerzas Armadas ofrecen al país, no dependa sólo de una decisión aparentemente tan sencilla como la de crear uno o tres ministerios. Con uno o varios hay que resolver una serie de problemas, de los que constituyen ejemplo los siguientes: Definir una política de Defensa; dar unidad a la política militar; definir doctrina interejércitos; estudiar los planes de defensa nacional y nisterial. Algunos elementos de esa organización existen hace tiempo; otros han sido determinados en la Ley Orgánica del Estado, pero están pendientes de legislación de detalle. La Ley de Bases de la Defensa deberá, teniendo en cuenta lo existente y amoldándose al espíritu de la Ley Orgánica del Estado, definir esa organización supraministerial de la Defensa Nacional».



organizar y disponer lo necesario para la misma; predisponer, e incluso iniciar, desde tiempo de paz, la organización del Mando operativo interejércitos, etc.

En el caso español, en el que las Fuerzas Armadas están organizadas en tres ministerios independientes, todo lo anterior conduce a una organización unitaria de la Defensa Nacional a nivel suprami-

A continuación y ciñéndose al aspecto operativo, analizó los conceptos modernos de Mando Unificado y Mando a Igual Nivel, señalando que no son incompatibles, sino complementarios.

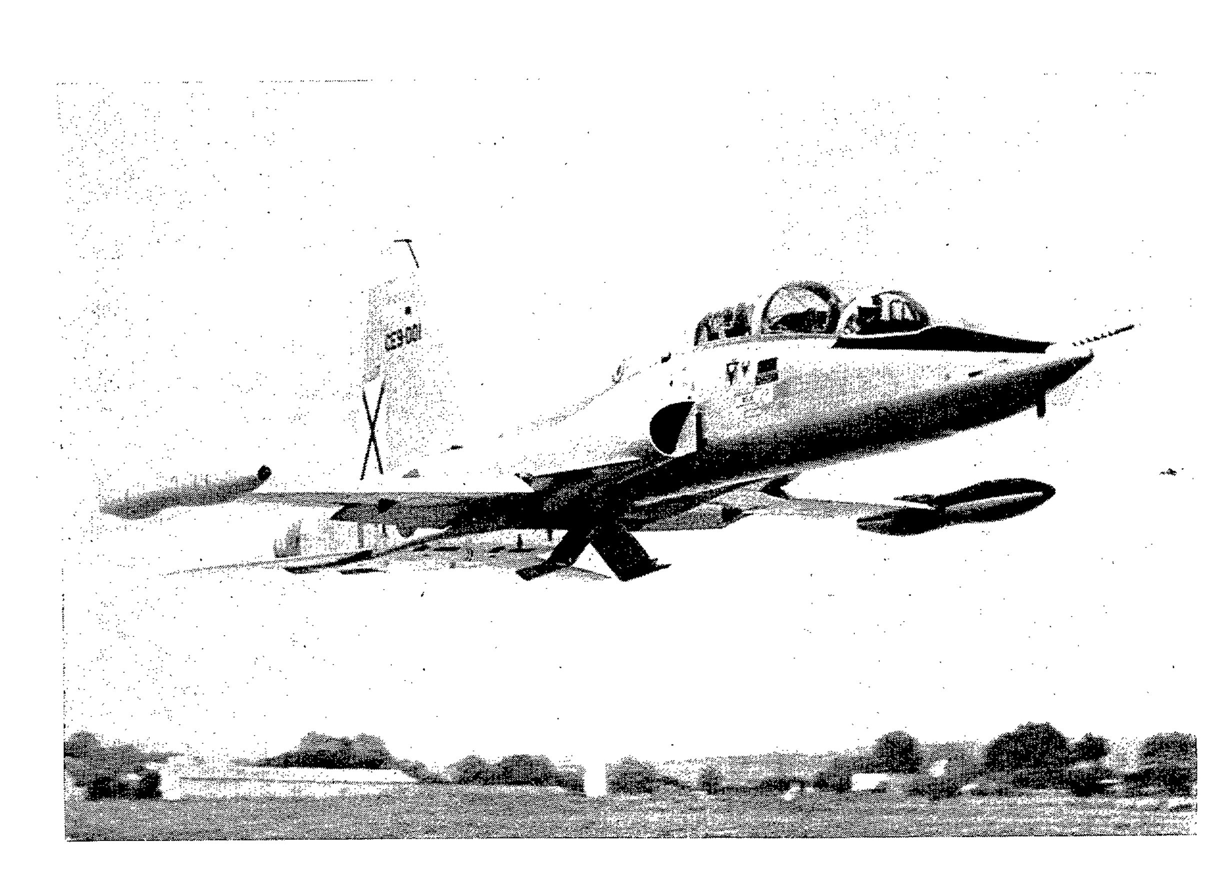
Los Mandos Unificados son mandos operativos a nivel interejército y que suelen crearse en los Teatros de Operaciones, aunque también a niveles inferiores al

Teatro. No constituyen la única solución posible al problema, como tampoco son únicas sus premisas. La división de las Fuerzas Armadas en tres Ejércitos no es absolutamente necesaria ni universalmente aceptada. Méjico, por ejemplo, sólo tiene dos Ejércitos. Rusia organiza sus Fuerzas Armadas en cinco Ejércitos.

El sistema de Mandos Unificados es la organización vertical del Mando a nivel interejército. Esa organización vertical supone otra horizontal, que es la de Mandos a igual nivel. En el concepto de Mandos a igual nivel está entendida la subordinación a un Mando Unico Común.

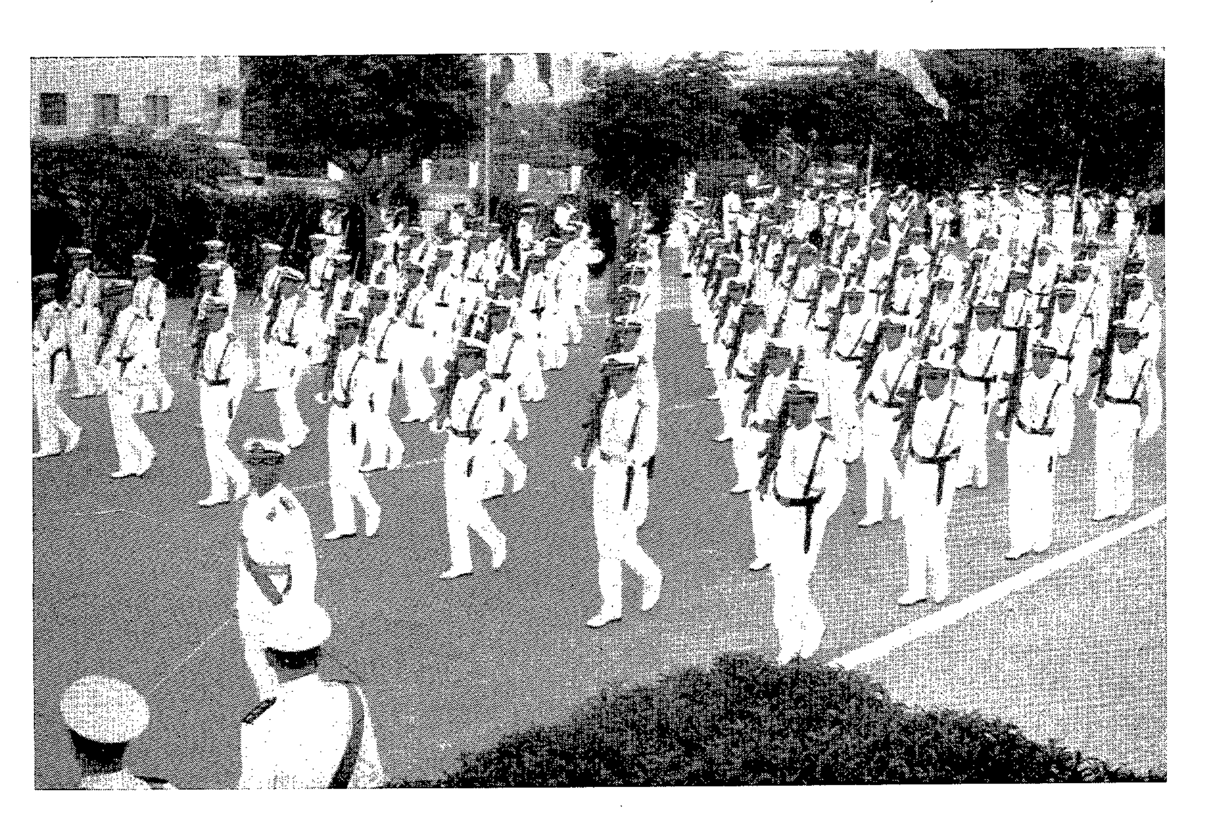
El Mando a Igual Nivel nace de la creciente complejidad de la máquina bélica, que se traduce en que las diferencias tecnológicas y de empleo entre los tres Ejércitos sean cada día más acusadas; de aquí que convenga buscar nuevos modos que faciliten la acción del Mando. A veces, determinadas cuestiones operativas (de las que es un buen ejemplo el apoyo aéreo), tienen que resolverse conjuntamente (al menos en alguno de sus aspectos) por Mandos Aéreos y de Superficie.

Para terminar, el Teniente General Díez-Alegría hizo un resumen de las numerosas actividades del Centro, tanto en el aspecto didáctico como en el investigativo, haciendo referencia a los crecientes contactos que el CESEDEN mantiene con Centros de Estudios extranjeros.



El primer avión F-5B salido de la factoría de CASA, en Getafe, durante su vuelo de pruebas.

ENTREGA DE DESPACHOS EN LA ACADEMIA GENERAL DEL AIRE

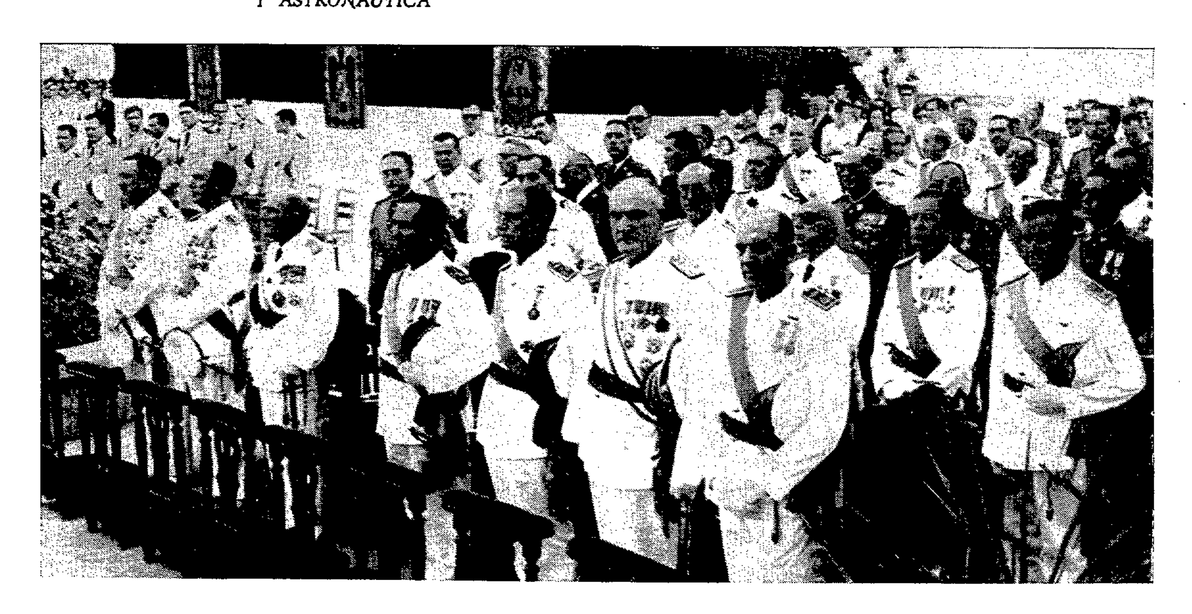


En la Academia General del Aire se ha celebrado, el día 15 de julio, la entrega de Despachos a los nuevos Tenientes que integran la XX Promoción de aquel Centro y los nombramientos de Alféreces Alumnos a los Caballeros Cadetes de la XXII Promoción.

El acto, que tuvo lugar en el amplio marco de la Plaza de Armas de la Academia, estuvo presidido, en representación del Ministro del Aire, por el Jefe de la Segunda Región Aérea, Teniente General Salas Larrazábal, y asistieron al mismo el Embajador de la República del Perú don Nicolás E. Lindley López, el General Segundo Jefe del E. M. del Aire, el General Director de Enseñanza, las Autoridades jurisdiccionales del Ejército del Aire y del Departamento Marítimo, los Agregados Aeronáuticos de Francia, República Argentina y Estados Unidos, las Autoridades civiles de la provincia y de las ciudades de Murcia y Cartagena, así como el Ayuntamiento Pleno de la Villa de San Javier y representaciones militares de los Aeródromos y guarniciones próximas. También se hallaba presente una comisión de Profesores y Alumnos de la Escuela del Aire francesa de Salon-en-Provence, en correspondencia a la visita que una comisión española ha realizado con igual motivo a aquel Centro.

Tras celebrarse la Santa Misa, desde un altar situado en el pórtico del Salón de Honor, se efectuó el relevo de Abanderado, recibiendo la Enseña el Alférez Alumno don Felipe Victoria de Ayala.

Seguidamente fueron entregados los Despachos de empleo, recibiéndolos cincuenta nuevos Tenientes del Arma de Aviación (Servicio de Vuelo), doce del Servicio de Tierra y cinco del Cuerpo de Intendencia. Igualmente recibieron sus







nombramientos, otorgándoles la ansiada primera estrella de Oficial, cincuenta y un nuevos Alféreces del Arma de Aviación y dos del Cuerpo de Intendencia.

Al Teniente don Francisco José García de la Vega le fué impuesta la Cruz del Mérito Aeronáutico de primera clase, con distintivo blanco, por haber obtenido el número uno de la XX Promoción, recibiendo también un obsequio de la Academia General como premio al esfuerzo, aplicación y comportamiento demostrados durante su permanencia en este Centro. Igualmente recibió un objeto de utilidad profesional el Teniente don José Antonio López Flores, que ha obtenido el número uno de los del Cuerpo de Intendencia pertenecientes a la misma Promoción.



A continuación, el Embajador de la República del Perú hizo entrega al Teniente García de la Vega de la Medalla al Mérito «Jorge Chávez Dartnell», instituída por las Fuerzas Aéreas de dicho país hispanoamericano para estrechar los lazos de unión y camaradería con nuestro Ejército del Aire.

Los Agregados Aeronáuticos a las Embajadas de la República Argentina, Francia y Estados Unidos, entregaron sucesivamente al Teniente García de la Vega, una reproducción del sable del General San Martín, una Daga de Oficial de la Aviación francesa y un obsequio, como muestra de estimación y hermandad de armas de las Fuerzas Aéreas de sus respectivos países.

Seguidamente, los nuevos Tenientes desfilaron en columna de a uno ante el Estandarte de la Academia para la despedida simbólica del Centro donde han terminado sus estudios, besando emotivamente la Enseña que juraron cuatro años antes, al iniciar la carrera aeronáutica.

El Ayuntamiento de San Javier, que asistía corporativamente al acto, hizo entrega, por medio de su Alcalde, de la Medalla de Oro de la Villa, otorgada a la Academia General del Aire en el veinticinco aniversario de su fundación, como prueba del aprecio y admiración que siente hacia este Centro la población. en cuyo término municipal se encuentra enclavado.

El Coronel Director de la Academia, don Emiliano José Alfaro Arregui, pronunció a continuación su última lección académica, en una sentida alocución durante la cual se despidió de cuantos asistían a este solemne acto, por tener que cesar en el mando de la Academia, ya que ha sido destinado a la Subsecretaría del Ministerio del Aire.

Después de entonarse vibrantemente el himno del Ejército del Aire, que se cantaba por vez primera en una entrega de Despachos en la Academia, la Banda de Música interpretó el toque de Oración en homenaje a los Caídos, escuchado respetuosamente en el mayor silencio.

A la voz de mando del Coronel Director, los nuevos Tenientes rompieron filas por última vez, y a continuación se celebró un brillante desfile del Escuadrón de Alumnos ante las Autoridades y representaciones, situadas en una tribuna, a cuyo pie se encontraban en línea los nuevos Oficiales del Ejército del Aire.

Información del Extranjero

AVIACION MILITAR



El pasado día 4 de junio, en Georgia, se celebró la ceremonia inaugural de presentación del XV-4 B Hummingbsrd II, avión de despegue vertical, con seis reactores, cuatro de ellos para el despegue y toma vertical. La USAF va a utilizar este avión para la investigación y desarrollo de las técnicas VTOL.

ESTADOS UNIDOS

Causa de los accidentes de los F-111.

Parece ser que los técnicos y pilotos de la Base Aérea de la USAF, en Nellis (Nevada), han localizado la causa de los cuatro accidentes que determinaron la destrucción de cuatro aviones F-111. Con este avión, el Ministerio de Defensa norteamericano pensaba haber solucionado, de una vez para siempre, el problema de la polivalencia y disponer, con un solo avión (de alas en flecha variable), de un caza - bombardero, interceptador, caza embarcado, avión de reconocimiento y bombardero estratégico.

Pero cuando pasó a ser operativo se estrellaron cuatro de estos aviones en Vietnam y uno sobre el Desierto de Nevada. Al hecho de sobrevivir la tripulación de este último accidente se debe el que haya podido, al fin, descubrirse la causa de los accidentes, que parece debida a la rotura, por fatiga de material, de una pieza que controla los activadores de los estabilizadores horizontales. Al romperse la pieza blocaba uno de los estabilizadores al final de su recorrido y el avión entraba en un fuerte picado al tiempo que efectuaba un tonel o giro respecto al eje longitudinal.

La fatiga que ocasionó la rotura de la pieza fué debida al exceso de vibración que tuvo que soportar.



Especialistas de las Fuerzas Aéreas de Defensa de Alemania, Bélgica y Holanda se entrenan en el Centro Conjunto de Programación y Entrenamiento instalado por la casa Hughes, en Glons.

Helicópteros remolcados.

Las Fuerzas Aéreas Norteamericanas acaban de manifestar que se están haciendo ensayos para el remolque de helicópteros mediante aviones normales, al objeto de poder facilitar las operaciones de salvamento en determinadas zonas.

Si las pruebas que se están llevando a cabo dan resultado, será posible efectuar trabajos de rescate en un radio de 1.000 kilómetros alrededor de cualquier base aérea, dotada de los correspondientes elementos.

El portavoz de las fuerzas aéreas manifestó que se están realizando pruebas en estos momentos por medio de helicópteros, de rotores rígidos y aviones C-130 de transporte. Las pruebas se efectúan en la base aérea Edwards de California.

De acuerdo con los trabajos realizados hasta la fecha, el avión remolcador «pescará», por así decir, al helicóptero, cuando éste se encuentre en pleno vuelo, remolcándolo después a una mayor velocidad y sin que el segundo tenga que hacer uso de su combustible.

Una vez que los dos aparatos hayan llegado sobre la zona de rescate, el helicóptero se desprenderá del cable transportador, descenderá para recoger a los heridos o personas a las que haya que salvar, y se elevará nuevamente para ser de nuevo recogido por el avión remolcador y transportado a su base.

Defensa nuclear de Corea.

El Gobierno de la República de Corea obtuvo recientemente seguridades de los Estados Unidos en el sentido de que si Corea es atacada por armas nucleares de China comunista, Norteamérica hará uso de su poder nuclear para una inmediata represalia, según informaron hoy fuentes del Gobierno. Las seguridades fueron obtenidas del Gobierno de los Estados Unidos cuando las potencias nucleares firmaron el Tratado de No-Proliferación Atómica el 1 de julio, según informan las mismas fuentes.

ISRAEL

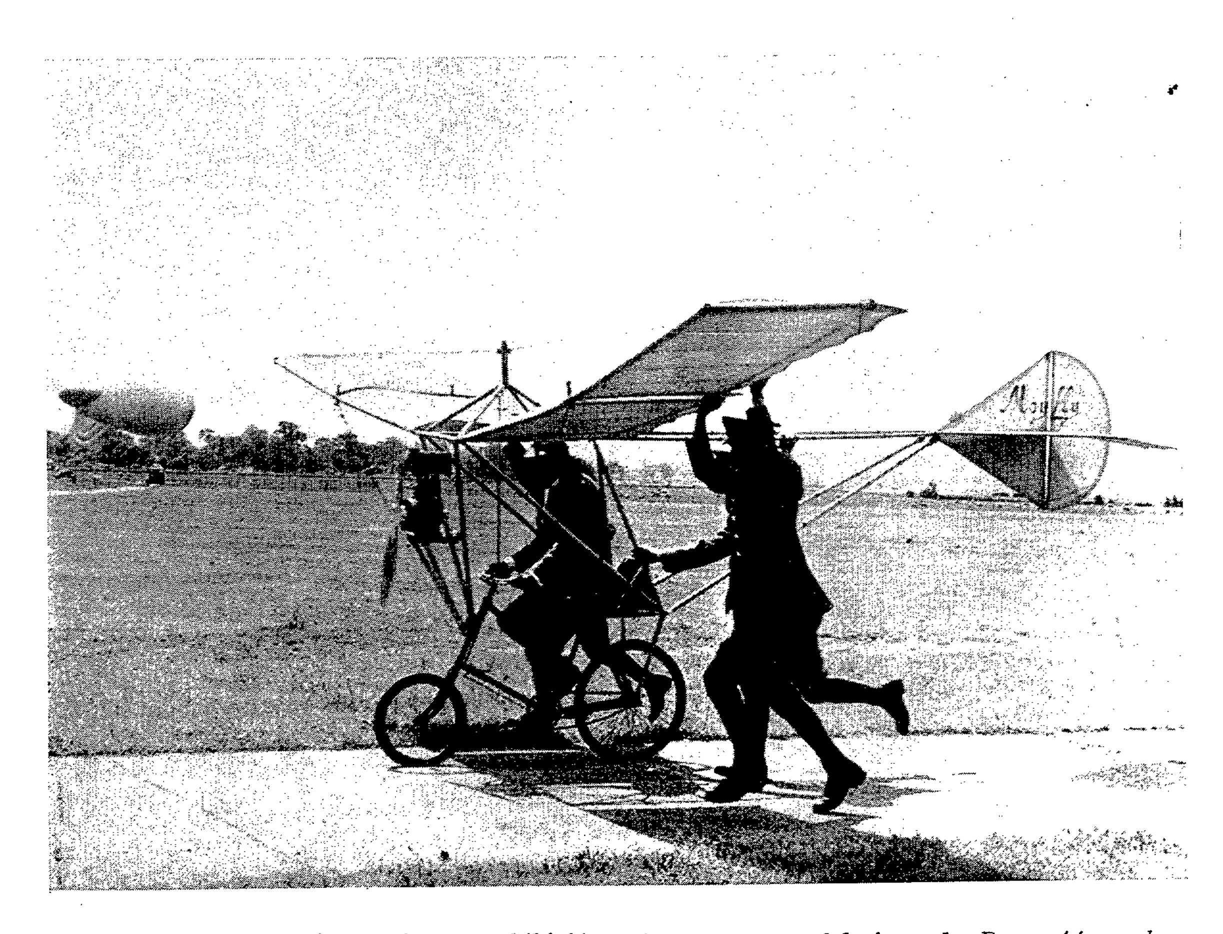
Egipto denuncia la entrega de aviones «Phantom».

La República Arabe Unida afirma que Israel ha comenzado a recibir envíos de reactores «Phantom» de los Estados Unidos. El periódico «Al Gomhouria», órgano del Partido Unico Egipcio, informa que varios aparatos han sido descubiertos en los territorios ocupados por Israel. Citando medios jordanos, el rotativo dice que los israelíes vienen concentrando fuerzas militares en la margen occidental del Jordán, frente a la ciudad de Irbid. «Al Gomhouria» pone de relieve que la captura israelí de Irbid, en la frontera de Jordania con Siria e Irak, podría aislar a los jordanos de sus dos aliados árabes. Por su parte, el diario «Al Akhbar» informa que los jordanos han localizado movimientos de reactores «Phantom» a gran altura sobre territorio árabe. También afirma que Israel ha levantado bases de proyectiles-tierra-tierra en las alturas del Golan, capturadas a Siria durante la pasada guerra. «Al Gomhouria» concluye su artículo señalando que las tropas jordanas e iraquíes estaban preparadas para «repeler cualquier ataque israelí».

ITALIA

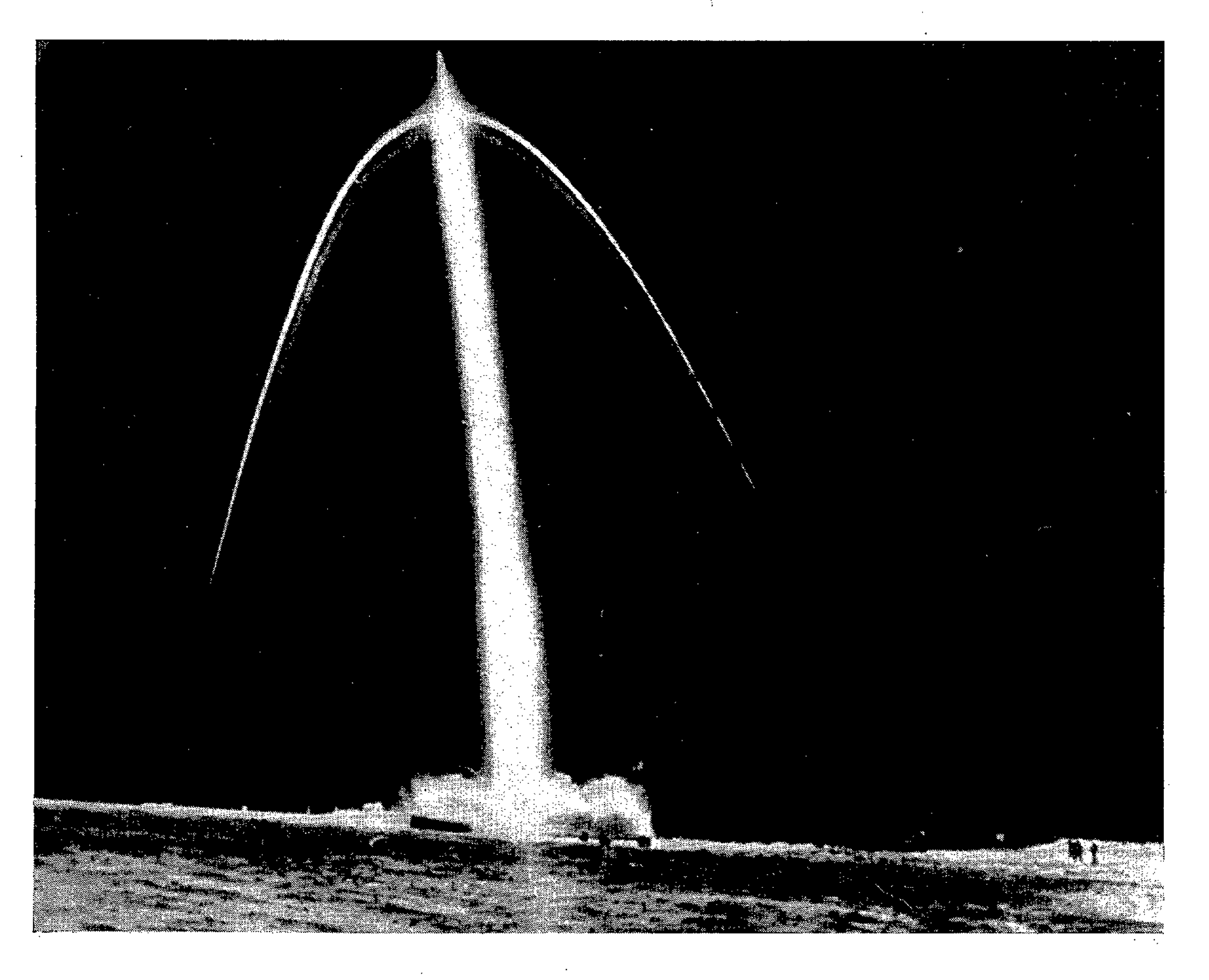
Centro de entrenamiento en defensa aérea.

Un centro de entrenamiento en defensa aérea es construído por las Fuerzas Aéreas italianas en Borgo Piave (Italia) que será utilizado para formar al personal italiano en el manejo y servicio del equipo NADGE (NATO Air Defense Ground Environament) y como centro de entrenamiento para la defensa aérea italiana. Hughes suministrará el calculador digital H-3118 (utilizado asimismo en el sistema NADGE), junto con el material adecuado y los equipos anexos.



Una de las atracciones de la exhibición aérea que se celebró en la Base Aérea de Cardington, para celebrar el 50 aniversario de la fundación de la RAF, la constituyó esta bicicleta volante de los tiempos de "aquellos chalados, con sus viejos cacharros".

ASTRONAUTICA Y MISILES



Lanzamiento de un cohete meteorológico ruso en la Base soviética de Heisa, en la Tierra de Francisco José.

ESTADOS UNIDOS

Información sobre actividades soviéticas.

Los Estados Unidos saben casi todo respecto a las características de las naves soviéticas que son lanzadas al espacio y respecto a la potencia de los cohetes rusos que son utilizados en estos lanzamientos, ha manifestado el doctor Edward C. Welh, secretario ejecutivo de la Administración Nacional de Astronáutica y del Espacio (NASA), en una conferencia de Prensa.

«No les puedo decir cómo lo conocemos, pero les doy mi palabra de q u e es así», agregó Welsh.

El científico norteamericano ha señalado que la Unión Soviética intenta colocar a un hombre en la Luna, pero que todavía no ha desarrollado un cohete con la potencia necesaria para llevar a cabo esta experiencia, ni tampoco ha logrado hacer alunizar a una nave con la suficiente suavidad para que los astronautas que viajen en ella puedan sobrevivir.

«Los rusos están construyendo un vehículo portador para llevar a cabo el viaje a la Luna, pero no lo han lanzado aún al espacio. No sabemos lo que hay en su interior», manifestó Welsh a los periodistas. No obstante, aseguró que este vehículo portador ruso es de mayor longitud que cualquiera de los construídos hasta ahora por los norteamericanos, incluyendo el gigantesco

cohete «Saturno V». Y agregó: «Hay que tener en cuenta lo mucho que hemos ayudado a los rusos, lo mucho que le hemos dicho acerca de nuestros alunizajes suaves.»

El Programa «Poseidon».

Más de 1.200 millones de dólares gastará la Marina Norteamericana en su programa de proyectiles «Poseidon», de acuerdo con las declaraciones efectuadas aquí por un portavoz de la misma.

Esta nueva y poderosísima arma está sirviendo para equipar a los 41 submarinos nucleares de la Marina de los Estados Unidos, en sustitución de los proyectiles «Polaris» que llevaban con anterioridad.

La decisión de introducir este cambio en el armamento de los submarinos obedece a que los proyectiles «Poseidon» son capaces de admitir una carga atómica dos veces superior a la de los «Polaris», y resultan mucho más efectivos para traspasar las barreras enemigas y alcanzar el blanco propuesto que sus antecedores.

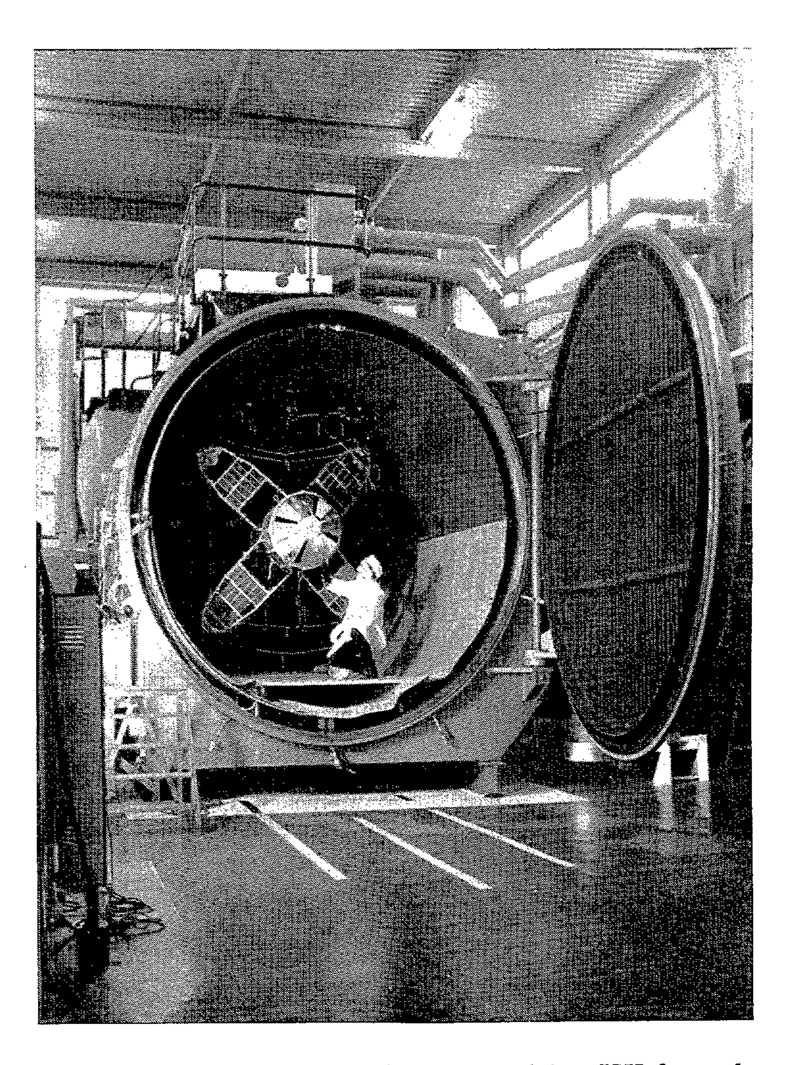
Lo mismo que los «Polaris» los proyectiles «Poseidon» disponen de un cohete de combustible sólido de dos fases, que permite su lanzamiento desde debajo de las aguas. El «Poseidon» mide 11 metros de longitud, es decir, un metro más que el «Polaris» y dos metros de diámetro, o sea, 50 centímetros más que su antecesor.

La instalación de proyectiles «Poseidon», en los submarinos norteamericanos, constituye una laboriosa tarea que obligará a cambiar los sistema de lanzamiento y control de fuego del 75 por 100 de los submarinos atómicos norteamericanos. El primero que se someterá a modificación es el James Madison (SSBN 267), que se espera que pueda transportar 16 proyectiles «Poseidon» para principios de 1970.

Para el desarrollo de esta primera fase de sustitución de los proyectiles «Polaris» por proyectiles «Poseidon», la Marina Norteamericana acaba de firmar un contrato, cuyo importe asciende a 456 millones de dólares. Otros contratos posteriores completarán la cifra total presupuestaria que hemos dado en un principio.

Los proyectiles «Polaris» A-1 fueron adoptados por la Marina Norteamericana, en noviembre de 1960. En octubre de 1965, fueron sustituídos por los «Polaris» A-2 y A-3, de alcance superior.

En la actualidad, 28 submarinos atómicos norteamericanos se encuentran equipados con proyectiles «Polaris» A-3 y 13,



El satélite para investigaciones espaciales UK-3 en la cámara espacial del Real Establecimiento Aeronáutico de Farnborough, durante los ensayos finales, antes de su envío al campo de pruebas de los Estados Unidos.

con proyectiles «Polaris» A-2. De acuerdo con el departamento de Marina de los Estados Unidos, no existe un solo punto de la tierra que no pueda ser alcanzado por estos proyectiles, cuyo radio de acción es de 2.500 millas náuticas.

La temperatura en los vehículos del espacio.

La resistencia a las altas temperaturas que se producen en los vehículos espaciales durante la fricción con la otmósfera al iniciar el aterrizaje ha sido uno de los grandes caballos de batalla de la astronáutica. No debemos olvidar que el problema técnico consiste no sólo el encontrar unos materiales capaces de resistir temperaturas de 1.500 a 2.000 grados, sino también materiales capaces de impedir el paso de ese calor al interior del vehículo espacial, cuya temperatura no puede pasar de los 30 a los 40 grados para que los astronautas no se achicharren.

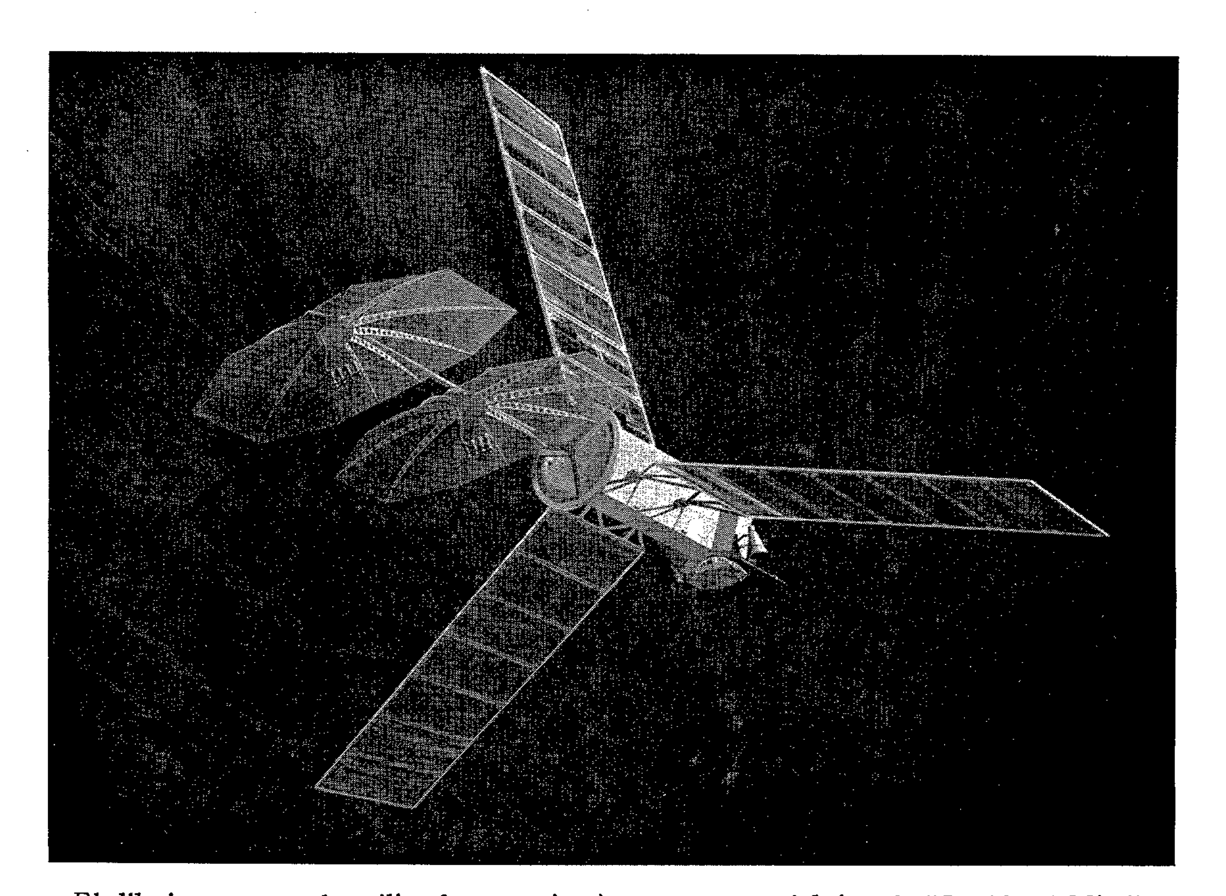
Hasta ahora, el procedimiento seguido en los numerosos vuelos espaciales realizados consistió en emplear un recubrimiento exterior de un material sumamente resistente al calor, unas capas interiores refractarias al calor y un recubrimiento antitérmico adecuado.

Este concepto, que indudablemente ha dado buenos resultados, puesto que ha permitido efectuar numerosas exploraciones espaciales, se cree que quedará anticuado en fecha próxima ante la aparición de un nuevo sistema más efectivo y seguro.

El nuevo sistema consiste en emplear una clase tal de materiales que, al calentarse, absorben calor del interior del vehículo espacial, en vez de proyectarlo sobre el mismo.

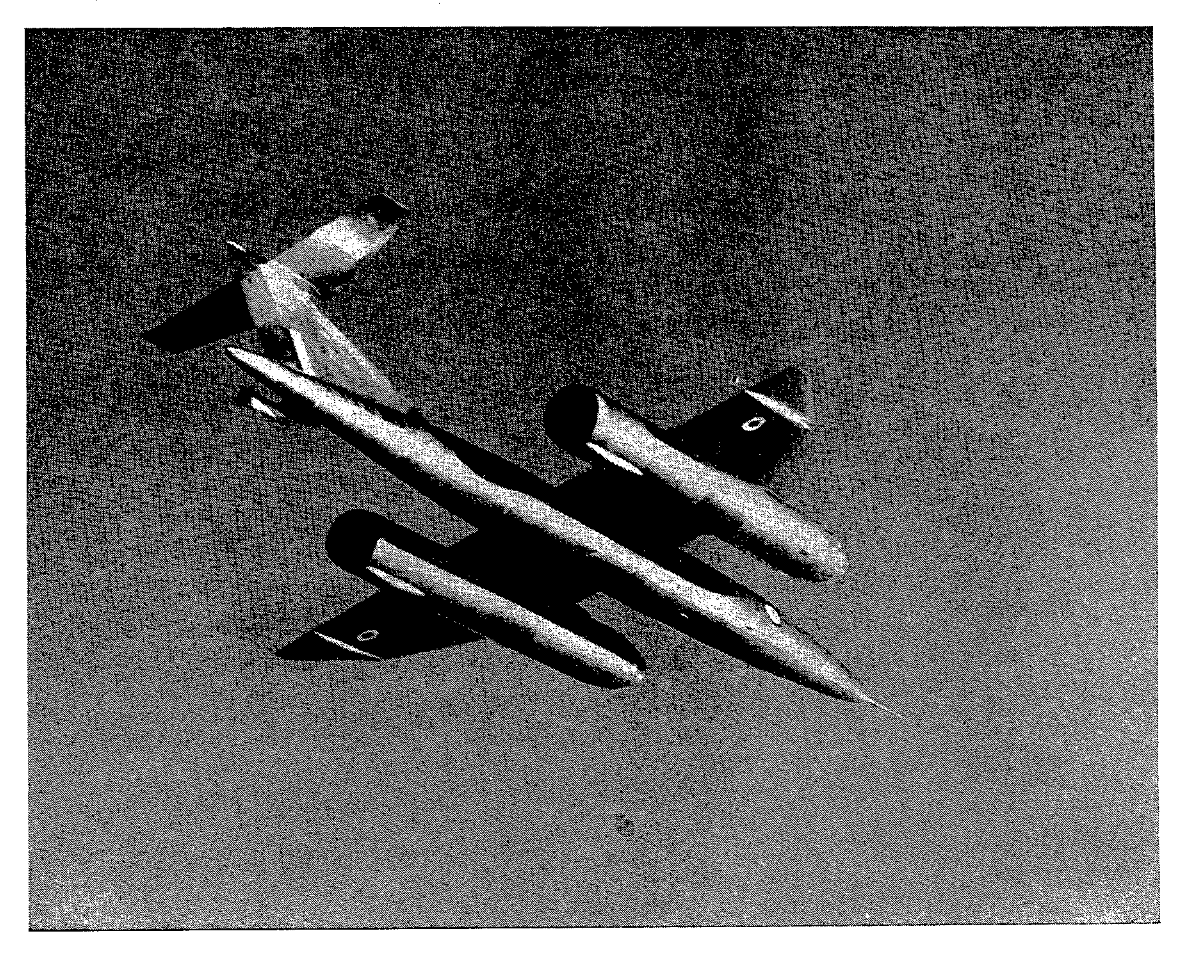
El nuevo concepto estructural se vale de la radiación térmica como medio de absorción del calor del interior del vehículo hacia la superficie del mismo.

Los materiales que actualmente se están empleando comprenden las superaleaciones René 41 y Haynes 25, junto a metales refractarios como el Columbium y T a n t a l i o, y determinadas cerámicas.



El dibujo muestra al satélite de comunicaciones que va a fabricar la "Lockheed Missiles and Space Company". Las tres "alas" son paneles solares productores de energía. Las "sombrillas" son antenas de transmisión de microondas.

MATERIAL AEREO



Primera fotografía aire-aire, del avión británico experimental, tipo 188, destinado a estudiar los problemas de calentamiento de metales a velocidades tres veces superiores a la del sonido.

ESTADOS UNIDOS

El helicóptero de motor rígido.

Los dos modelos de helicópteros de rotores rígidos, Lockheed 286, acaban de cumplir las 1.000 horas de vuelo imprescindibles para recibir el certificado de aprobación de la Administración de Aviación Civil Norteamericana.

Desde que iniciaron sus vuelos el 30 de junio de 1965 hasta la fecha, los dos modelos 286 han realizado unos 5.000 vuelos y han recorrido 150.000 millas. Entre los invitados que participaron en los 5.000 vuelos de referencia, figuraban unos 1.500 que manejaron los mandos durante las pruebas.

En los casi tres años transcurridos hasta la fecha, los dos helicópteros hicieron exhibiciones en la mayor parte de las bases aéreas norteamericanas, Wáshington y Hawaii. También en el año 1967 participaron en la exhibición aérea internacional de París, en la que alrededor de un millón de personas tuvieron ocasión de contemplar sus acrobacias aéreas y maniobrabilidad.

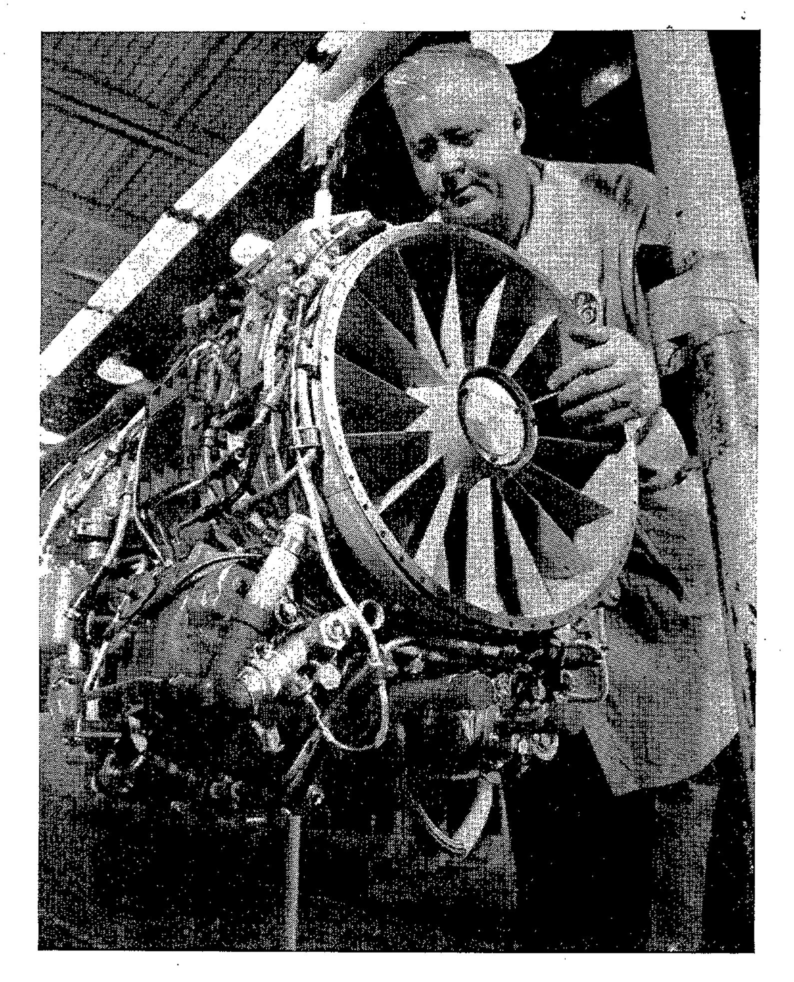
El modelo 286 puede efectuar misiones de combate, con la efectividad y precisión de los aviones normales de combate.

Además de los vuelos de prueba, los 286 se están empleando en programas de investigación y entrenamiento para pilotos destinados a helicópteros de motores rígidos, y también para el transporte.

Avión de pasajeros VTOL.

Como los caminos del cielo son tan anchos y parece materialmente imposible que puedan pro-

ducirse en los mismos embotellamientos de tráfico aéreo. No obstante, la experiencia que están corriendo muchos de los aeropuertos norteamericanos revela que esta clase de embotellamiento es realmente factible. Más para los despegues, los aviones necesitan tener el campo absolutamente despejado. Cuando las llegadas coinciden o se suceden con un corto intervalo de tiempo, sobre el cielo del aeropuerto llegan a reunirse doce o catorce



El que ya va siendo veterano motor J-85 equipa a una porción de cazas, entre ellos, en su versión J-85-13, al F-5. Este motor tiene ya más de dos millones de horas de vuelo de experiencia.

todavía, la experiencia de los embotellamientos aéreos la han tenido ya en varias ocasiones distintos aeropuertos del país.

El origen de la congestión de los mencionados aeropuertos obedece a la extraordinaria necesidad de tráfico y al hecho de que tanto para los aterrizajes como aviones, que tienen que permanecer dando vueltas por espacio de veinte o treinta minutos, hasta que la torre de control les autoriza a aterrizar.

Lo realmente terrible del panorama es que en los aeropuertos no hay posibilidades de ensanche como en las calles de las ciudades, ya que no se trata de habilitar más pistas, sino de mantener unas medidas de seguridad que exigen un amplio radio de acción totalmente despejado cuando un avión va a despegar o a aterrizar.

A juicio de un ingeniero aeronáutico, la única solución posible al problema se encuentra en los aviones de despegue y aterrizaje vertical. Los aviones de este tipo no se hallan demasiado lejos. De hecho el VTOL, con capacidad para 30 pasajeros, que actualmente se encuentra en proceso de fabricación en las instalaciones de Van Nuys (California), se cree entrarán en servicio hacia 1970.

El nuevo tipo de avión servirá también para transportar a los pasajeros al centro mismo de las ciudades, evitando así la molestia de tener que venir desde el aeropuerto en autobús, automóviles o taxi.

También podrá sustituir con ventaja a las líneas de autobuses urbanos, desplazándose a mayor velocidad de un extremo a otro de la urbe y con menor molestia para los pasajeros.

GRAN BRETAÑA

El Flying Pig.

El proyecto Flying Pig de Bristol Siddeley, según sus promotores, es una de las mejores fórmulas de V/STOL existentes, dada la sencillez de su concepción. Se caracteriza por el ala alta, de reducida envergadura; su fuselaje de gran diámetro se termina en punta, en la cual va montado el plano de cola, de tipo clásico. Para la sustentación y la propulsión, el Flying Pig ha sido dotado con cuatro turborreactores «Pegasus», de toberas orientables, montados en el interior de dos grandes cuer-

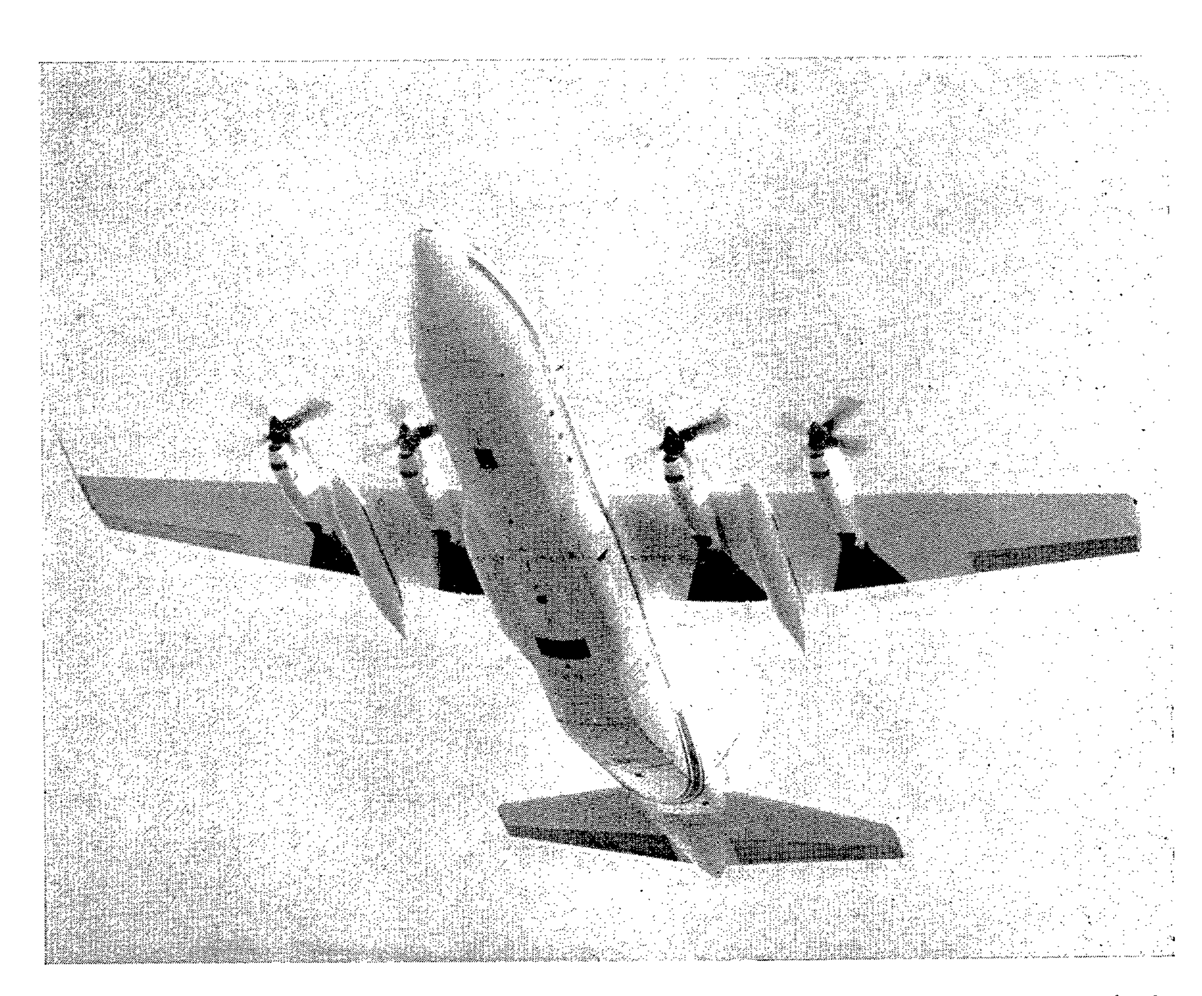
pos fusiformes pegados al fuselaje. En vuelo de crucero, el ala soporta la casi totalidad del peso del aparato. A velocidad reducida, la sustentación se obtiene mediante el ala y por el componente vertical del vector empuje; de esta manera se logra una relación peso vacío/carga útil análoga a la de los helicópteros más recientes. En cambio, tiene la ventaja de su velocidad de crucero, tres veces más elevada, y su gran autonomía. Así, pues, es menos vulnerable y se presta mejor al transporte de tropas y de material. Sus principales dimensiones son: longitud total, 24,3 m.; altura, 9,7 m.; envergadura, 12,5 m.

INTERNACIONAL

Avión de despegue vertical cancelado.

Los Estados Unidos y Alemania Occidental han decidido cancelar un proyecto conjunto, que ascendía a 500 millones de dólares, para fabricar un avión de caza avanzado que pudiera despegar y tomar tierra verticalmente.

El diseño estaba siendo desarrollado conjuntamente por la Republic Aviation Division de Faixchild Hiller Corp. y la Entwicklungsring-Sud de Munich. Pensaban haberse construído 12 prototipos de este nuevo avión, que sería un caza-bombardero con una velocidad de 2 a 2,5 veces la del sonido. Estaría equipado con cuatro motores a reacción para el despegue vertical y otros dos para su traslación horizontal. Los primeros los desarrollaban la Allison Division de GMC y la Rolls Royce y los motores de vuelo de crucero la Pratt and Whitney y General Electric. Ya se habían gastado más de 50 millones de dólares en el desarrollo del motor.



La nueva versión alargada del Hércules, que tiene dos metros y medio más de longitud que la versión original, efectúa las pruebas en vuelo para obtener el certificado del organismo Federal de Aviación norteamericano.

AVIACION CIVIL



Hasta ahora, los aviones de plástico estaban reservados para las tiendas de juguetes. En Hannover, sin embargo, se ha exhibido el LFU-205, de cuatro plazas, confeccionado en un molde, con material plástico, reforzado con vidrio, desarrollado por la Bayer, de Leverkusen.

INTERNACIONAL

Los satélites artificiales.

Los técnicos internacionales de aviación creen que los satélites artificiales podrán desempeñar pronto un papel importante en la regulación de la circulación aérea.

Sydney Cooper, director de Información de la Organización Internacional de Aviación Civil (ICAO) dice, por ejemplo, que las aeronaves que vuelan a través de los aceános o de zonas inhospitalarias podrían ser observados durante todo su vuelo por radar mediante los satélites.

Las actuales facilidades comerciales de radar tienen un alcance visual limitado a los 160 kilómetros, y el seguimiento de los aeroplanos a distancias superiores depende principalmente de la comunicación oral entre el piloto y los puestos de control.

Pero la comunicación entre los aeroplanos y los puestos de control puede ser mejorada utilizando los satélites en lugar de los canales actuales de alta frecuencia basados en tierra, los cueles sufren de interferencias estáticas y de otro orden.

Tales aplicaciones de la tecnología espacial para mejorar la seguridad, la regularidad y la eficacia y disminuir el costo del transporte internacional están siendo estudiadas por un grupo de peritos de la Organización de Aviación Civil.

Se espera de este grupo que pueda predecir cuándo estarán ciertas técnicas espaciales lo suficientemente desarrolladas para que puedan ser aplicadas al tránsito aéreo.

Se someterá un informe del resultado de los estudios del grupo a la Conferencia sobre el Espacio Exterior de las Naciones Unidas que se celebrará en Vie-

na del 14 al 27 de agosto de 1968.

Los problemas del tránsito aéreo han aumentado fenomenalmente al doblarse el número de pasajeros aéreos cada cinco años, informó el señor Cooper a los periodistas durante una rueda de Prensa celebrada en la sede de las Naciones Unidas el jueves, 20 de junio.

Este aumento del número de pasajeros se cree que continuará durante la próxima década, con lo que los 236 millones de pasajeros de 1967 se convertirán en mil millones anuales para 1978.

Las rutas aéreas más utilizadas son las que atraviesan el Atlántico septentrional, y en ellas se calcula que el número de pasajeros, que fué de 5 millones en 1967, pase a ser de 25 millones en 1978.

No obstante, cuando se multiplique por 5 la cantidad de 15.000 pasajeros que vuelan a través del Atlántico diariamente por término medio, no repercutirá en igual proporción sobre el número de aeroplanos para transportarlos, porque se emplearán aeronaves de mayor cabida en fecha ya cercana. No obstante, se cree que estas aeronaves (sobre todo las ultrasónicas, que estarán en servicio en 1973) presentarán otros problemas.

Un sistema de regulación del tráfico aéreo en el Atlántico Norte, mediante los satélites artificiales, podría estar en funcionamiento antes de cinco años colocando dos satélites a 35.680 kilómetros de la Tierra de manera tal que permanecieran siempre en igual posición relativa a ésta, dijo Mr. Cooper.

Calculó que este sistema costaría entre 10 y 20 millones de dólares. Los ingresos de las líneas aéreas se calculan en unos 3.000 millones de dólares anuales.

Aclaró que con este sistema se podría establecer la situación de todos los aeroplanos volando por encima del Atlántico septentrional con un error inferior a los 9,260 metros. Esto permitiría que ocuparan más aeroplanos sin peligro el mismo espacio que hoy se reserva a cada uno de ellos



El primero de los 18 aviones "Super One-Eleven", destinados a la BEA, despega del Aeródromo de Hurn, al Sur de Inglaterra. Este avión es 4 metros más largo que los de la serie 400, y lleva 99 pasajeros.

(222,24 kilómetros a lo ancho, 277,8 kilómetros hacia adelante y hacia atrás, y 609,6 metros de altura).

Antes que acaben los próximos diez años, dijo el señor Cooper, tal vez sea factible diseñar un sistema de telemetría que utilizará los satélites para observar perpetuamente cualquier funcionamiento defectuoso o imperfección de los aeroplanos en vuelo y transmitir el resultado de las observaciones técnicas a los equipos mecánicos que aguardan en los aeropuertos para prestar atención a sus aeroplanos.

Las líneas aéreas ya utilizan los partes meteorológicos logrados por medio de los satélites destinados a este menester para determinar la situación de las corrientes de aire, la turbulencia y las depresiones tropicales, hizo observar el portavoz de la organización internacional. También se han beneficiado indirectamente las líneas aéreas de las investigaciones hechas en el campo de las actividades extraespaciales y de los adelantos de ellas resultantes, tales como el refinamiento de los sistemas electrónicos, los nuevos materiales de construcción de aeronaves y las técnicas para mejorar los sistemas de control de la atmósfera en el interior de las cabinas.

Sin embargo, el uso generalizado del aire por las aeronaves y las astronaves y la incontrolable entrada en la atmósfera de restos de cohetes y satélites pudieran crear nuevos problemas.

También tendrán que hacerse experimentos para determinar el peligro de radiación por las explosiones solares que pudieran afectar a las aeronaves supersónicas, que se espera que vuelen a alturas entre los 16.750 y los 22.800 metros, aproximadamente.



El aerobús L-1011 va a llevar un dispositivo que gradúa la luz de las ventanillas utilizando cristales polaroid. El cristal interior gira al accionarse el mando que muestra la azafata en la fotografía.



EL LOCKHEED C-5 "GALAXIA"

COMO EL AVION MAS GRANDE DEL MUNDO, REVOLUCIONA LA ESTRATEGIA Y LA TECNOLOGIA

El C-5 «Galaxia»—tema del Congreso Nacional de 1968 de la Asociación Nacional de la Fuerza Aérea—renueva y ensancha sensacionalmente la movilidad estratégica nacional. El presidente Johnson afirmó que el mastodóntico avión «abre una nueva era en la potencia americana». Al mismo tiempo, el C-5 significa el comienzo de una nueva fase de tecnología aeronáutica avanzada, que comprende desde la más elaborada aerodinámica hasta los primeros adelantos de consideración en la tecnología de los aviones a reacción. El C-5 se presenta como destinado a desempeñar un papel importante y revolucionario, no sólo en la tecnología aeronáutica, sino también en la estrategia militar.

Por EDGAR E. ULSAMER
(De "Air Force and Space Digest".)

La revolución en la movilidad estratégica, en las posibilidades de reaccionar ante situaciones de crisis, junto con la disuasión no nuclear, debidas al nuevo gran transporte de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, constituyen el tema central y de máximo interés del Congreso de 1968 de la Asociación de la Fuerza Aérea, en Atlanta. El avión de que se trata es el C-5 "Galaxia", de 364 toneladas, que se está construyendo por la Lockheed-Georgia Co., y cuyo primer vuelo está previsto para junio de 1968.

Durante la ceremonia de presentación del avión, celebrada en Marietta (Georgia) el 2 de marzo pasado, el presidente Johnson afirmó que este avión abre "una nueva era en la potencia americana" y representa "un gran salto hacia adelante en la fuerza militar efectiva de los Estados Unidos".

El presidente añadió: "La interesante aventura que ha conducido a la producción de este avión empezó hace ya algunos años."

"América se encontraba, entonces, desarrollando su capacidad para una respuesta flexible, con la que poder hacer frente a cualquier peligro que la amenazara, y ello en el grado de intensidad que fuera necesario. Pero se echaba de menos un elemento de importancia crítica, porque no podíamos tras-

ladar con rapidez una fuerza combatiente a grandes distancias."

"En la actualidad, merced a este avión, esta necesidad crucial se encuentra cubierta."

"La descripción del C-5 "Galaxia" sólo se puede hacer empleando términos extraordinarios:"

"Es el mayor avión del mundo. Sólo el piso de su departamento de carga es de mayor longitud que el primer vuelo que hicieron los hermanos Wright."

"Su motor de reacción tiene una potencia que es doble de la de cualquier otro de los que hoy existen."

"Puede hacer un trabajo triple que el del mayor de los aviones de transporte de que disponemos, reduciendo casi a la mitad el costo de funcionamiento."

"Puede atravesar el Océano Pacífico, desde California hasta el Japón, en un solo vuelo."

"Pero lo más importante de todo es que nuestras Unidades combatientes estarán en condiciones de desplazarse con todo su equipo a cualquier lugar del globo en que nos veamos obligados a poner pie, y ello más rápida y más eficientemente que nunca. En la actualidad, haría falta ochenta y ocho aviones de transporte para trasladar una Brigada de Infantería desde Hawai hasta el Vietnam y, aún así, la parte más pesada de su equipo tendría que transportarse por mar."

"Todo el conjunto de esa operación podría llevarse a cabo, en cambio, tan sólo con veinte de estos nuevos aviones."

El General James Ferguson, Jefe del Mando de Sistemas de la Fuerzas Aéreas, que dirigió la puesta a punto del C-5, calificó de "revolucionario" el impacto que causaría en el transporte aéreo estratégico, añadiendo que sus costos de funcionamiento "harían la competencia a los de los barcos."

El General Howell M. Estes Jr., Jefe del Mando de Transporte Aéreo Militar, dijo: "La combinación del C-5 y del C-141 proporcionará a los Estados Unidos unas posibilidades de despliegue estratégico superiores a las de cualquier otra potencia mundial."

El C-5 tiene un departamento de carga suficientemente grande para dar cabida en él a seis de los mayores autobuses de viajeros o a un centenar de automóviles "Volkswagen"; en él puede acomodarse el noventa y nueve por ciento de todo el equipo divisionario correspondiente a una División del Ejército de Tierra, incluyendo los voluminosos puentes móviles y los carros de combate. Solo el combustible que carga el C-5 pesa más que el C-141, el mayor de los aviones de transporte que la Fuerza Aérea de los Estado Unidos tiene en la actualidad. El "Galaxia" es, por otra parte, considerablemente mayor que el mayor avión de transporte en situación operativa, el modelo soviético "AN-22".

El impacto producido por el C-5 en la estrategia militar de los Estados Unidos es profundo. Por primera vez, los planificadores militares estarán en condiciones de trasladar grandes cantidades de soldados junto con los vehículos, artillería, blindados y demás elementos de su equipo y abastecimientos, llevándolos hasta casi cualquier lugar del mundo en un plazo de horas, llegando las tropas perfectamente listas para el combate, sin que haya sido necesario llevar previamente al lugar de que se trate ninguna clase de elementos ni materiales. Los hombres y las máquinas llegarán juntos, consiguiéndose, de esta manera, la llamada "integridad de la Unidad", que durante tanto tiempo ha sido un sueño para los militares.

La construcción del C-5 se ha llevado a efecto en el tiempo increíblemente corto de veintinueve meses, desde la firma del contrato hasta la presentación del avión, desarrollándose todo el programa exactamente dentro de los plazos previstos. Y, según manifestaciones de Mr. T. R. May, presidente de la Lockheed-Georgia Co., el avión "cumplirá o, incluso, rebasará" los duros y rigurosos requerimientos que se le impusieron en punto a características, requerimientos entre los cuales figuran los siguientes:

— Transportar una carga útil de 45.500 kilos a 10.700 kilómetros de distancia, a una velocidad de 440 nudos (equivalente a 815 kilómetros/hora), con una carrera de despegue de 2.430 metros.

— Transportar una carga útil de 100.000 kilos a 5.780 kilómetros de distancia, también a una velocidad de crucero de 440 nudos.

— Transportar una carga útil de 120.000 kilos a 5.000 kilómetros de distancia, en condiciones operativas de emergencia (G. de

carga de 2,25 en lugar de 2,5), con una carrera de despegue de 2.740 metros.

— En misión de reabastecimiento, llevar una carga útil de 45.500 kilos a 4.620 kilómetros de distancia, tomar tierra en una pista de 1.200 metros de longitud, descargar y volver al punto de partida sin repostar combustible, manteniendo, tanto en el tramo de ida como en el de vuelta, una velocidad de crucero de 440 nudos.

— Velocidad máxima de 870 kms/h., y una autonomía máxima superior a los 13.000 kilómetros.

El Mando de Transporte Aéreo Militar será el que disponga de los C-5 en servicio, y en la Base Aérea de Altus (Oklahoma) se constituirá el centro inicial para el entrenamiento en este avión.

Una nueva dimensión del transporte aéreo.

Con una fuerza mixta de aviones C-5 y C-141, el Mando de Transporte Aéreo Militar se encontrará en condiciones de hacer frente a todas las necesidades de transporte aéreo normalmente previsibles por el Departamento de Defensa, incluído el transporte de grandes fuerzas de combate a Europa, al Lejano Oriente, o a ambas zonas al mismo tiempo. El C-5 permite realizar el transporte de una gran variedad de fuerzas combatientes, pudiendo acomodar entre setenta y cinco y ochenta y tres soldados en un piso superior, sin que ello cause el menor entorpecimiento en el departamento principal de carga. Utilizando las puertas delanteras y trasera, se pueden hacer entrar y salir filas dobles o triples de vehículos, rodando sobre toda la anchura del avión. Para la descarga son suficientes quince minutos o aún menos, mientras que para una nueva carga, reabastecimiento de combustible y demás operaciones necesarias hasta que quede el avión dispuesto para un nuevo despegue, se necesita menos de una hora.

En misiones de reabastecimiento, el "Galaxia" puede volar directamente desde los Estados Unidos a aeródromos de vanguardia. En donde no existan instalaciones portuarias o éstas sean inadecuadas, el Mando de Transporte Aéreo Militar dispondrá para la descarga muelles aerotransportables. El C-5 puede emplearse en conjunción con el Transporte Ligero del Teatro (designado, normalmente, como "LIT" en la terminología de la USAF), o llevando a bordo un helicóptero de transporte desmontado, combinaciones, éstas, que le permiten transportar equipos y abastecimientos directamente desde los Estados Unidos hasta los pozos de tirador en el frente. Además, el "Galaxia" puede lanzar en paracaidas hasta cuatro grandes paquetes de 22.700 kilos en una sola pasada y, en la actualidad, se están estudiando un cierto número de procedimientos adelantados con el objeto de acelerar las manipulaciones que la carga ha de sufrir al llegar a su destino.

A pesar del gran tamaño y peso del C-5, su tren de aterrizaje de veintiocho ruedas deja una "huella" que no es mayor que la correspondiente al C-130 ó la de un "jeep" del Ejército cargado. Puede aterrizar y despegar hasta 130 veces en aeródromos de socorro, con o sin pista metálica, sin que haya que someter a reparaciones el lugar de los despegues y aterrizajes. La pista que tenga que utilizar el C-5 no tiene que ser de una dureza mayor que la de un prado normal.

Los principales servicios para el personal junto con las operaciones de apoyo para el material, tales como la carga de combustible, el abastecimiento y el mantenimiento, se llevarán a cabo en bases de recuperación situadas a retaguardia, para reducir el número de aviones y el tiempo en tierra de los mismos en las bases de vanguardia, más expuestas. La posibilidad que el "Galaxia" ofrece de transportar cargas considerables hasta puntos avanzados, sin necesidad de reabastecerse de combustible, reducirá la vulnerabilidad de los aviones y del personal, proporcionando, además, la posibilidad de reaccionar de la manera que mejor se adapte a la evolución de las diversas situaciones tácticas.

Por el momento, no existe ningún plan para que el "Galaxia" actúe como transporte de personal, excepto en casos de emergencia, pero es posible llevar en él alrededor de 350 soldados completamente equipados, sin que sea necesario llevar a cabo ningún cambio en su interior. También sería posible transportar hasta un total de 700 soldados, montado, previamente, en el interior un dispositivo de tres pisos. Sin embargo, por el momento no existen ni tal necesidad ni plan preparado para ello.

La tripulación del "Galaxia" constará de seis miembros, disponiéndose de dos de ellas para relevarse en los vuelos de larga duración.

Opciones para 200 «galaxias».

El primer encargo de la USAF comprende cincuenta y ocho aviones, por un importe de alrededor de 1.900 millones de dólores, de los cuales 1.400 millones corresponde a la casa Lockheed y los 500 millones restantes a la casa General Electric, por el sistema propulsor de tecnología avanzada: el motor TF39. La USAF retiene opciones por un total de doscientos aviones y Mr. May, presidente de la Lockheed-Georgia Co., mantiene la esperanza de que se lleguen a construir hasta 275 ejemplares del C-5 en su versión militar, lo cual haría descender el precio por unidad hasta unos 16 millones de dólares. En los primeros cincuenta y ocho aviones C-5 antees citados intervienen más de dos mil subcontratistas y abastecedores diversos, a los cuales corresponde una cantidad superior a los 420 millones de dólares.

Avión de tecnología avanzada.

Como en el contrato para la construcción del "Galaxia" se imponía unas exigencias sin precedente acerca de las condiciones de fiabilidad y de facilidad de mantenimiento del avión, se comprende fácilmente que el equipo Fuerza Aérea/industria fuera extremadamente reacio a la introducción en el diseño de técnicas nuevas o que aún no estuvieran suficientemente experimentadas. A pesar de ello, en muchas ocasiones no tuvieron más remedio que recurrir a estas técnicas avanzadas. Uno de los miembros de la Fuerza Aérea que intervinieron en el proyecto explicaba a este respecto: "Ciertamente que no se nos puede acusar de ligereza en la adopción de nuevas tecnologías, pero el extraordinario aumento que en tamaño y en capacidad representa el concepto del "Galaxia" nos ha forzado, de una manera automática, a avanzar considerablemente en la complicación de los sistemas y de la fabricación, en una amplia gama que comprende desde las aplicaciones de la química en la metalurgia hasta la adopción de nuevos materiales".

H. L. Poore, vice-presidente de la Lockheed encargado del programa del C-5, describió de la siguiente manera algunos de los problemas de fabricación con que hubieron de enfrentarse:

"Tuvimos necesidad de combinar las dimensiones y el esfuerzo bruto de un astillero con la precisión de haz de "laser". El utillaje y los dispositivos utilizados para el montaje del "Galaxia" se asemejan a los que se emplean en las gradas de un dique. Las secciones delantera y central del fuselaje son demasiado grandes y demasiado pesadas para poderlas mover mediante las grúas normales, así que tuvimos que dotarlas de unos dispositivos con ruedas para trasladarlas rodando, tras haber suavizado el suelo con derivados epóxidos. Por otra parte, el soporte del plano fijo vertical queda a tal altura sobre el suelo que dotamos a los operarios con cinturones especiales unidos a cuerdas de fijación —igual que los alpinistas— con el fin de proporcionarles seguridad en el caso de que perdierán pie."

El Motor.

El elemento más avanzado del "Galaxia" —considerando el estado actual de la tecnología— es su motor: el turbofán TF39, de la casa General Electric. Conseguido como resultado de una investigación fundamental sobre motores llevada a cabo en la Fuerza Aérea, es el primero de una nueva familia de motores de tecnología avanzada.

El TF39 desarrolla una potencia doble que la desarrollada por cualquier otro motor de reacción de los que, en la actualidad, se utilizan en aviones de transporte. Es capaz de proporcionar hasta 18.600 kilos de empuje (unos 3.640 kilos en régimen de crucero) y, sin embargo, solamente pesa un poco más de 3.200 kilos. El hecho de conseguir que un motor turbofán de 3.200 kilos de peso proporcione un empuje de 18.600 kilos, resulta comparable al de lograr un motor de automóvil que pueda dar 300 H. P. de potencia, pesando solamente veintidós kilos y medio. El TF39 tiene una longitud de cuatro metros ochenta centímetros, siendo su diámetro de dos metros cuarenta centímetros, y los portavoces de la General Electric han manifestado que el empuje al despegue puede, en caso de necesidad, aumentarse hasta "más de 22.600 kilos, de manera muy fácil y rápida", simplemente con hacerle funcionar a mayores temperaturas.

Un cierto número de aspectos fundamentales del motor TF39 obligan a considerarle como algo distinto de los motores corrientes de aviones de transporte. Su relación de derivación de flujo es de ocho a uno, mientras que en los motores corrientes no llega a ser más que de dos a uno, como máximo; esto significa que la cantidad de aire que, atravesando la turbina impulsora, pasa alrededor del núcleo del motor para salir por la tobera

de dicha turbina, tiene un volumen ocho veces superior al del aire que pasa por el interior del motor. Una elevada relación de derivación aumenta el empuje conseguido en el despegue, haciendo posible que un motor relativamente pequeño y de poco peso proporcione con rapidez la sustentación necesaria para el despegue de un avión pesado. Como el dispositivo para lograr la alta relación de derivación viene a reducirse a la utilización de una hélice carenada, su eficiencia disminuye con la velocidad; por tanto, el empuje obtenido decrece conforme aumenta la velocidad. El motor TF39 compensa, en parte esta pérdida funcionando a temperatura mucho más elevada a la entrada de la turbina que los restantes motores del momento (unos 370° centigrados); como consecuencia, el consumo específico de combustible y la cantidad de empuje que se consigue por cada cantidad determinada del mismo son, aproximadamente, un veinticinco por ciento mayores que en los demás motores actuales. Y, por supuesto, la relación empuje/peso resulta, también, considerablemente mejorada.

Otro aspecto característico del TF39 es su turbina impulsora delantera de tipo "paso y medio". Para conseguir una elevada relación de derivación, la turbina impulsora tiene que hacer pasar un volumen de aire verdaderamente extraordinario; para lograr esto, sería necesario montar una turbina de muy grandes dimensiones y, como consecuencia, tendría que ser enorme el dispositivo de carenado correspondiente, con la consiguiente repercusión negativa de que representaría una gran resistencia al avance. En cambio, si se utilizan dos turbinas de distinto tamaño, yendo la menor de ellas delante de la otra, es posible reducir el diámetro en un siete por ciento respecto al diseño de "un solo paso" —para un mismo flujo de aire—, según Mr. D. C. Berkey, director del programa C-5 en la General Electric. Además, este dispositivo de "paso y medio" ayuda a disipar las presiones divergentes que se producen en la parte central delantera del motor, por una parte, y en la extremidad de la turbina impulsora del tipo de un solo "paso", por otra. Al igualarse las presiones, se consigue un franco aumento en la eficiencia general del motor. La turbina impulsora del tipo "paso y medio" está fabricada, principalmente, de titanio, con la finalidad de ahorrar peso así como con la de conseguir protección contra la corrosión.

Un beneficio adicional de la alta relación de derivación de flujo y de la doble turbina es el hecho de que, con toda facilidad, se dispone de una gran cantidad de aire que puede utilizarse para la refrigeración de las aletas de la turbina. De la enorme cantidad de aire que el TF39 "engulle" (hasta 690 kilos por segundo durante el despegue, lo cual equivale a hacer el vacío en una casa de gran tamaño, eliminando todo el aire de la misma en un segundo), una parte es desviada a un sistema de refrigeración radicalmente nuevo. Este aire de refrigeración aisla los componentes interiores de la elevada temperatura a que se llega en la entrada (temperatura que es superior a los 1.260° C.).

En las concienzudas pruebas realizadas, se arrojaron en las tomas de aire trozos de hielo del tamaño de una nuez a velocidades de 975 kilómetros por hora, con el fin de comprobar la capacidad del motor para "ingerir" objetos extraños de mucho mayor tamaño de los que se encuentran en condiciones de vuelo normales. De la misma manera, el motor se ha vuelto a poner en marcha con todo éxito repetidas veces, después de haberle dejado durante muy largos períodos de tiempo sometido a temperaturas de sesenta y cinco grados bajo cero.

La turbina de alta presión que mueve el compresor central en el TF39 tiene dos pasos, ambos refrigerados por aire. Los esfuerzos debidos a efectos térmicos quedan suficientemente dentro de límites permisibles. Otro factor que contribuye a la larga vida de la turbina es el hecho de haber empleado en ella nuevos materiales

La turbina de baja presión, de seis pasos, del TF39 mueve la turbina impulsora por medio de un eje concéntrico con el núcleo del motor. La temperatura de entrada de la turbina de baja presión se mantiene por debajo de los 760° C y no es necesario recurrir a la refrigeración por aire. La baja temperatura, la baja velocidad de las partes extremas, junto con la protección de las puntas de las aletas dan como consecuencia que los materiales sólo se ven sometidos a pequeños esfuerzos, lo que repercute en la larga vida y en la elevada fiabilidad que los mismos ofrecen.

El TF39 está diseñado de manera que cumpla con todas las especificaciones establecidas por la "Federal Aviation Agency"

para las operaciones de la aviación comercial. Su vida operativa útil es de 15.000 horas para las partes calientes y de 30.000 horas para las partes frías.

Adelantos aerodinámicos.

Hubo necesidad de conseguir una nueva y más elevada clase de eficiencia aerodinámica, lo cual se obtuvo por medio de innovaciones en el perfil, en la geometría del ala, en el carenado de la unión de éstas con el fuselaje y en el del tren de aterrizaje, en la configuración de los alojamientos de los motores y, también, gracias a un sistema de alta sustentación. Se confía en que el perfil "en cumbre" del "Galaxia" proporcione, a su vez, un aumento muy considerable en la velocidad y en la eficiencia del avión.

El término "en cumbre" se deriva del hecho de que el perfil está diseñado de manera tal que la presión llega a su valor máximo (de ahí la "cumbre" en el primer diez por ciento de la cuerda del ala, en donde hay menor tendencia a que su efecto perturbe el flujo currentilíneo de los filetes de aire. Como consecuencia de ello, la velocidad óptima de crucero resulta aumentada en un 0,015 de Mach sobre los diseños normales de perfiles de alta velocidad.

El diseño del ala del "Galaxia", con una pronunciada flecha, representa, igualmente, una ventaja, puesto que suprime la resistencia al avance debida a la compresibilidad y a los torbellinos del ala. La superficie altamente aerodinámica de la unión del ala al fuselaje, así como la de la correspondiente al carenado del tren de aterrizaje, reducen la resistencia al avance por inducción en la parte trasera del fuselaje. Por otra parte, las innovaciones en la situación y en la inclinación de los alojamientos de los motores proporcionan un favorable efecto de inducción, al mismo tiempo que disminuyen la resistencia al avance en régimen de crucero en una cantidad aproximada de un cinco por ciento. En el "Galaxia", la relación que existe entre la sustentación en crucero y la resistencia al avance (que es el factor más crítico en la eficiencia aerodinámica) tiene un valor de 18,6, apreciablemente mayor que la correspondiente a cualquier avión de transporte comparable a él (por ejemplo: en el C-141, esta relación es de 17,1).

El sistema de alta sustentación del C-5 consigue un coeficiente de sustentación a velocidad de subida más elevado que el de ningún avión de reacción con ala en flecha existente. Según la casa Lockheed, ello es la consecuencia de la utilización de un sistema de "slat" especial en el borde de ataque, en conjunción con flaps de tipo "Fowler" en el borde de salida y con un sistema flexible de acoplamiento, recientemente puesto a punto. Como consecuencia, la subida con un motor parado puede conseguirse con toda facilidad.

Las severas especificaciones que se fijaron para las condiciones de vuelo del "Galaxia" condujeron a un cierto número de adelantos tecnológicos que permiten que el avión vuele a velocidades tan bajas como lo puedan hacer los reactores de transporte actualmente existentes e incluso, en algunos casos, a velocidades aún menores. Se podrá evolucionar con el C-5 más fácil, más seguramente y con mayor agilidad que con los reactores de transporte modernos que sólo alcanzan la mitad de su tamaño.

Mr. Poore, director del programa C-5, explicó así el problema correspondiente: "Las inercias a que se ve sometido el "Galaxia" son extraordinariamente grandes, puesto que tiene una longitud de 75 metros, una envergadura de 67,5 metros y su peso máximo normal es de 330 kilos. Pero, aún así, despegará y hará la toma de tierra a velocidades semejantes, y en muchos casos menores, a las velocidades a que lo hacen los reactores corrientes."

"Esta combinación de grandes inercias y de pequeñas velocidades complicó, por cuestión de magnitudes, el problema de la consecución de unas buenas características de vuelo."

"Nuestros ingenieros encontraron la solución por medio de un diseño integrado de superficies de control y de sistemas hidráulicos, junto con un aumento de la estabilidad en los tres ejes. Cada eje de control dispone de tres fuentes de energía hidráulica y cada superficie de control tiene dos sistemas que actúan sobre ella. El piloto podrá controlar el "Galaxia" y aterrizar con él, incluso después de haber fallado totalmente uno cualquiera de los dos sistemas hidráulicos. Los alerones, en coordinación con los "spoilers" de control lateral (todo ello además de un sistema adicional de características giroscópicas), proporcionarán al C-5 una respuesta al alabeo más rápida que la de cualquiera de los reactores de transporte actualmente en servicio."

En el avión existen dieciocho superficies de control primarias y cuarenta y una secundarias (el timón de dirección del "Galaxia" tiene una superficie mayor que la superficie alar total de un avión normal de caza). Los sistemas integrados para aumento de la estabilidad en cabeceo, en guiñada y en alabeo se habían empleado ya anteriormente, de diferentes maneras, en aviones supersónicos de caza, pero el C-5 es el primer avión subsónico en el cual se va a hacer uso de uno de estos sistemas.

La mayor parte de los aviones entran en pérdida y pierden su capacidad para el vuelo al adoptar ángulos de ataques muy grandes, es decir, en posiciones de morro muy alto. Pues bien, al "Galaxia" se le ha dotado de un sistema provisto de un calculador —sistema al cual se denomina "medidor de pérdida"—, merced al cual el avión evitará, automáticamente, esas fuertes pérdidas.

El calculador del "medidor de pérdida" hará constantemente la comprobación del ángulo de ataque, del número de Mach (o de la velocidad respecto al aire) y de las posiciones del flap y del "slat", así como de la relación del movimiento de guiñada. En el caso de que el calculador "prevea" una situación de pérdida en potencia, avisará al piloto agitando la palanca de mando. Si el piloto no hiciera caso de esta advertencia, el calculador enviará, inmediatamente, una orden a un mando hidráulico para que éste impulse la palanca de mando hacia adelante, bajando de esta manera el morro del avión e impidiendo que se produzca la pérdida.

Los sistemas de control mejorados del "Galaxia" le permitirán, igualmente, la realización de maniobras muy rápidas y de altas exigencias en el curso de aterrizajes instrumentales volando con visibilidad mínima. Por ejemplo, el piloto de un C-5 no tendrá dificultades para alinearse con la pista en una aproximación final, aun en el caso de que, en el momento de verla, se encuentre a 60 metros de distancia lateral de la senda de planeo adecuada y tan sólo a otros 60 metros de altura sobre el suelo.

El sistema de piloto automático de que va dotado el "Galaxia" dispone de un dispositivo de "captura de la altura" que, de manera automática, pone el avión en línea de vuelo a cualquier altura prevista, después de un ascenso de un descenso. El sistema de navegación—que trabaja en "tándem" con el sistema de piloto automático—permite realizar el seguimiento automático del terreno (a alturas comprendidas entre 30 y 500 metros), así como aproximaciones radar a un campo de aterrizaje, sin utilizar señales de guiado desde el suelo. Cuando se dispone de un sistema de aterrizaje por instrumentos, el sistema de aterrizaje automático del "Galaxia" llega al control del punto de contacto con el suelo y al enderezado automático del avión para la toma.

El piloto automático podrá, también, llevar a cabo automáticamente una maniobra de motor y al aire, en el caso de que el piloto se lo mande así. Otros aspectos interesantes de dicho sistema son la evitación automática del suelo y el seguimiento de una estación para el vuelo en formación de precisión. El sistema puede hacer una exploración, detectar y seguir separadamente en un indicador radar hasta a 59 aviones volando en formación, presentando las posiciones de todos y cada uno de ellos.

El sistema de navegación Doppler inercial —en el que se hace uso de una nueva plataforma inercial estabilizada por un flotador, junto con un radar multi-modo, tiene una fiabilidad y proporciona datos de una exactitud mayores que cualquier otro sistema existente. Por ejemplo, una misión de lanzamiento desde el aire se puede programar con una aproximación que llega, casi, a los 90 metros. Y, en punto a navegación, un error máximo de una milla por hora de vuelo se puede mantener durante cinco horas sin introducir ninguna corrección en los datos iniciales previstos.

Movimiento en el suelo.

El "Galaxia" lleva incorporado un sistema de equilibrio y compensación de pesos. Una gran cantidad de elementos sensibles situados en la sección principal del tren de aterrizaje y en la correspondiente a las ruedas de morro, miden el peso del avión y sitúan su centro de gravedad con un error máximo del 1 por 100. Los datos correspondientes al peso total, al centro de gravedad y a las diferencias de peso en las distintas partes del avión son transmitidos y mostrados en un panel de control que está situado en el departamento principal de carga.

El "Galaxia" es el primer avión en el cual se utilizan frenos de disco sólido de berilio, diseñados conjuntamente por B. F. Goodrich

y Lockheed. La utilización del berilio ha permitido lograr una reducción del peso en unos 680 kilos, al mismo tiempo que ha permitido aumentar considerablemente la duración.

Merced a un nuevo sistema de aterrizaje para viento cruzado, se puede prescindir de los cambios de control en el momento de la toma de contacto con el suelo, haciéndose el giro de las ruedas del tren de aterrizaje de manera sincronizada electrónicamente. Por otra parte, el piloto puede disminuir la presión de inflado de los neumáticos durante el vuelo, con el fin de acomodarse a determinadas condiciones de campos blandos, volviéndolos a inflar él mismo hasta su presión normal una vez en el suelo.

Para facilitar la carga, el "Galaxia" puede "arrodillarse", es decir, hacer descender su fuselaje mediante un dispositivo telescópico del tren de aterrizaje.

El buen mantenimiento del "Galaxia" constituye una garantía firme, susceptible de medirse según condiciones que se han expresado en el contrato y que habrá de ser demostrada por los resultados obtenidos en la práctica. Con el fin de poder cumplir los rigurosos requisitos de mantenimiento que el contrato establece, las posibilidades del mismo se establecieron y se tuvieron presentes desde el inicio del diseño del avión y durante todo el ciclo de su desarrollo.

Según los ingenieros de la casa Lockheed, la clave para poder conseguir un mantenimiento fácil es un sistema único de detección, análisis y registro de averías (al cual se le conoce por la sigla MADAR), que está continuamente observando las indicaciones de un conjunto de más de 600 puntos de prueba (ampliables a 1.300).

El MADAR comprueba automáticamente, una vez por segundo, más de la mitad de los equipos de reserva de las instalaciones esenciales del avión. Si alguno de ellos no está en debidas condiciones, en el panel del mecánico de a bordo se enciende la luz correspondiente al subsistema averiado, al mismo tiempo que en la pantalla de un tubo de rayos catódicos aparece la onda o gráfico indicadores de cómo está funcionando el subsistema de que se trate; el mecánico de a bordo no tiene más que comparar la figura de esta onda con un cierto número de figuras "tipo" de determinadas averías que, procedentes de una "memoria", aparecen en otra pantalla, hasta que esté en condiciones de realizar un diagnóstico de la avería de que se trate. Entonces, tras consultar sus órdenes técnicas, puede comunicar por radio solicitando un repuesto. Entretanto, el MADAR continúa observando todos los restantes puntos de prueba automáticamente.

Un programa de pruebas exhaustivo.

El General de Brigada Guy M. Townsend, director del Departamento del programa para el sistema C-5 en el Mando de Sistemas de la Fuerza Aérea, empleó la frase "el programa de comprobaciones y pruebas más exhaustivo de la historia", para subrayar cómo se había llegado a lo consecución de las extraordinarias características y de la fiabilidad del "Galaxia". Las pruebas en tierra llevadas a cabo por el fabricante en el simulador llegarán a un total de 120.000 horas de vuelo, con 48.000 aterrizajes, que representan un equivalente de cuatro veces el ciclo de vida normal del avión.

En banco de pruebas se comprobarán los XTF39 ya montados, así como la producción posterior de motores de la General Electric; se examinarán las características de los inversores de flujo y se evaluarán todos los elementos de los alojamientos de los motores y sus soportes en la estructura, durante las 150 horas de pruebas en condiciones adversas que se han fijado. Igualmente se comprobarán en él los efectos que puedan producir en el motor las piezas de los sistemas hidráulico, neumático, eléctrico y del mando de gases contenidas en dichos alojamientos y soportes.

La Fuerza Aérea ha destinado una flota de ocho aviones al programa de pruebas en vuelo del "Galaxia", que, empezando en junio, continuará hasta mediados de 1970.

Cuatro Mandos distintos de la Fuerza Aérea enviarán más de 600 hombres a la Lockheed-Georgia Co., para que sigan cursos de instrucción en el "Galaxia" a lo largo de un período de siete meses, que empezará el 11 de septiembre. Se dividirán en cincuenta y seis clases diferentes y estudiarán en ellas veintidós cuestiones relacionadas con el vuelo y con el mantenimiento.

En el diseño del "Galaxia" está prevista la utilización de unos 6.000 metros cuadrados de estructura de aluminio en nido de abeja, los cuales se dispondrán en el suelo del departamento de carga, en las puertas del

mismo, en los bordes de ataque y de salida de las alas, en los flaps, en los alojamientos de los motores y en sus soportes, así como en los paneles del fuselaje.

Gracias a las nuevas técnicas de la química aplicada a la metalurgia ha sido posible la fabricación en una sola pieza de grandes componentes del avión, tales como cuadernas del fuselaje, haciéndolos más ligeros, más fuertes y de mayor duración. En un edificio "ad hoc", situado cerca del departamento de montaje del avión y destinado a la química aplicada a la metalurgia, se pueden disponer y trabajar piezas de hasta quince metros y medio en proceso continuo.

Es natural que las características y aspectos extraordinarios del "Galaxia" hayan sugerido la posibilidad de su aplicación en campos de acción distintos del correspondiente al transporte logístico. El General Townsend manifestó a "Air Force and Space Digest" que, mientras el Departamento de Defensa no haya establecido las exigencias específicas para las misiones que se asignen al C-5, parece prometedora la utilización de este avión como puesto de mando en vuelo. Y Mr. L. Mendel Rivers, miembro de la Cámara de Representantes y presidente del Comité de Servicios Armados, dijo en su discurso en la ceremonia de presentación del avión el mes de marzo pasado, que el tamaño y la misión del "Galaxia" hacen, actualmente, posible y aconsejable que se tomen en consideración los sistemas de propulsión nuclear para aplicarlos a los aviones.

A pesar del considerable adelanto que, en tamaño y carga útil, representa el "Galaxia", la Fuerza Aérea y la casa Lockheed están ya estudiando la posible necesidad de un avión todavía mayor: el "LGX". El General Ferguson ha dicho que el C-5 "está lejos de constituir el fin, en lo que se refiere al desarrollo de los aviones", prediciendo que "aviones todavía mejores y todavía mayores son perfectamente posibles. En los laboratorios y en los centros de investigación de la Fuerza Aérea y de la industria se está trabajando para la puesta a punto de nuevos adelantos tecnológicos en los materiales, en la propulsión y en la dinámica del vuelo, avances que llevarán a nuevas generaciones de vehículos aeroespaciales, vehículos que producirán en la aviación del futuro un impacto tan grande como el impacto que el C-5 ha de producir en la aviación de hoy día".

El C-5 de una ojeada

Pesos.	
Peso total en vuelo del proyecto (2,5 g).	330.000 Kg.
Peso total (2,25 g)	398.000 Kg.
Peso en misión básica	322.000 Kg.
Peso máximo al aterrizaje (descenso a 9 pies/seg.)	278.000 Kg.
Peso de funcionamiento («Operating weight») (Comprende el peso básico del avión, más el del aceite, combustible existente en el motor y conducciones (pero no el de los depósitos), el de la tripulación y sus equipajes y el de los equipos de emergencia y «extra»)	147.000 Kg.
Departamento de carga.	
Longitud, excluídas las rampas	36,5 m.
Longitud, incluídas las rampas	43,3 m.
Altura	4 m.
Anchura	5,7 m.
Volumen total, incluídas las rampas	982 m³.
Idem de almacenamiento en bandejas, incluídas las rampas	538 m³.
Abertura de carga delantera:	
Altura	4 m.
Anchura	5,7 m.
Abertura de carga trasera (rampa bajada):	
Altura	3,9 m.
Anchura	5,7 m.
Carga directa trasera:	
Altura	2,85 m.
Anchura	5,7 m.
Capacidad de personal.	
Tripulación	6
Tripulación de reserva	6
Asientos para enlaces, etc.	8
Soldados, en el departamento superior para tropa	75
Sistema de combustible.	
Capacidad (JP-4)	185.000 litr.
Velocidad de repostado, por un solo punto	9.000 l/min.
Velocidad de lanzamiento	5.000 l/min.
Características de vuelo.	
Velocidad de crucero alta	470 Kts.
Velocidad de crucero para largo alcance.	440 Kts.
Velocidad para lanzamiento en paracaídas de la carga	130-150 Kts.
Velocidad de subida a nivel del mar (día «standar», transporte de 45.000 Kg. de carga útil a 10.200 Km.)	2.100 p/m.
Distancia de despegue, sobre obstáculo de 15 m., a nivel del mar, día tropical (condiciones de carga como en el caso anterior)	2.300 m.
Distancia para aterrizaje, sobre obstáculo de 15 m., con 45.000 Kg. de carga útil, en el punto medio de un servicio, a 4.650 Km., nivel del mar, día tropical, (pista húmeda)	1.220 m.
Carga útil del proyecto (2,5 g.)	100.000 Kg.
Carga útil (2,25 g.)	120.000 Kg.
Alcance (con 100.000 Kg. de carga útil).	5.700 Km.
Alcance (con 51.000 Kg. de carga útil).	10.200 Km.
Alcance máximo	13.500 Km.

¿CUAN INCREIBLE?

Por H. B. C. WATKINS
Coronel.
(De *Military Review.*)

Debido a que todo el pensamiento estratégico en el mundo está dominado por la existencia de poderosas fuerzas disuasivas, el más grande factor singular en cualquier situación político-militar de hoy día es la credibilidad de las amenazas o políticas de los gobiernos envueltos. Sencillamente, el mantenimiento de la paz y la prosecución de políticas airosas dependen de la actitud de una nación para persuadir a sus adversarios así como a sus aliados de que se propone hacer lo que dice. Esto no tiene nada de nuevo. Sin embargo, en vista de que las consecuencias de hacer un gesto bélico puedan ahora provocar el desastre para toda la humanidad, el establecer la credibilidad de una política ha pasado a ser un asunto difícil y complejo.

La gran potencia de aniquilación que tanto Oriente como Occidente poseen en la actualidad hace difícil para uno u otro persuadir a otras naciones de que llevarían un punto de conflicto hasta el extremo. Por consiguiente, es de primordial importancia que tanto los militares como los políticos puedan analizar los factores que afectan a la credibilidad.

A riesgo de ofender con ello a los matemáticos, se propone la fórmula que aparece a continuación como un medio de efectuar tal análisis. Este breve estudio se concierne principalmente con los aspectos militares del problema. Sin embargo, es inevitable algún comentario político, puesto que la economía, la política y el poderío militar son los ingredientes esenciales de la estrategia, y porque su relativa importancia en cualquier situación estratégica específica depende de las circunstancias del momento.

$$\text{Credibilidad} = \text{Prestigio} \times \frac{\text{Potencia} + \text{Presencia}}{\text{Tiempo de reacción}}$$

Antes de demostrar la aplicación de esta fórmula, es importante definir y que se comprenda el significado de cada una de las frases o palabras que se han usado para expresarla.

Ya se ha establecido el significado de credibilidad. El primer y más importante elemento en su composición es prestigio. El prestigio nacional puede provenir de una variedad de factores. Es algo que está sutilmente equilibrado. Algunas palabras descuidadas o una acción inconsiderada pueden arruinar la labor de muchos meses o aún años. La potencia militar y económica de una nación, su actual e histórico antecedente de integridad política, su situación política interna, sus características y forma de vida nacionales y su historia como una raza combatiente, todas estas y muchas otras facetas de la imagen que una nación presenta al mundo afectan su prestigio.

Es importante comprender que no habrá dos naciones que miren a un país con los mismos ojos. Para cada cual, tendrán valores diferentes los varios elementos de una imagen nacional. Para los sultanes de los Esta-

dos árabes tendrán mucha más significación los extensos intereses de Gran Bretaña en el área del Golfo Pérsico que la magnitud o eficacia de la aportación de ella a la Organización del Tratado del Atlántico Norte. Lo opuesto exactamente aplicaría a los alemanes occidentales.

A pesar de las maquinaciones de los que se oponen a Gran Bretaña, ésta todavía goza de considerable prestigio en muchas de las áreas subdesarrolladas del mundo, donde se ha reputado por su administración justa y responsable y por su honradez. El prestigio es un factor que varía constantemente. Su valor debe pesarse cuidadosamente en relación directa con un problema o serie de circunstancias en particular.

El prestigio no es duradero. La constancia y el denuedo del pueblo británico en dos guerras mundiales le han impartido cierto atributo a la imagen nacional de Gran Bretaña. Los británicos adquirieron gran prestigio como paladines de la rectitud, demostrando que por la causa de la libertad estaban dispuestos a arriesgar todo su futuro nacional y a perder mucha de su prosperidad económica, y demostraron que no cejarían ante la adversidad, aparentemente más abrumadora.

Esta reputación fué compartida por las naciones de la Comunidad y del Imperio. A pesar de su baja población, países como Australia y Nueva Zelanda lograron tales prodigios de valor y entereza que su importancia aumentó fuera de toda proporción con su significación económica. Sus nombres aún figuran prominentemente en los concilios del mundo.

A pesar de dificultades recientes, Gran Bretaña todavía goza una posición muy especial en los asuntos internacionales, a la cual no le darían derecho sus actuales potencias económica, militar o política de por sí.

Potencia económica.

Pasando del prestigio al próximo factor, potencia, existe un número de "potencias" que pueden afectar un problema estratégico. Volviendo a la comparación que se hiciera anteriormente entre las relaciones de Gran Bretaña con los Estados árabes, y con uno de sus consocios de la NATO, en el primero de estos casos la potencia económica es un factor mucho mayor que la potencia convencional o nuclear. En el segundo, las dos estarán mucho más estrechamente equilibradas en importancia.

Suponiendo que exista un estado de paridad o casi paridad nuclear, el país que mejor puede apoyar sus políticas globalmente será aquel que posea las fuerzas clásicas más móviles y eficaces. La palabra eficaces se emplea deliberadamente y no deberá confundirse con poderosas o más grandes. Por tanto, la palabra "potencia", en la fórmula, presupone un estado de paridad nuclear y podría tomarse para denotar una eficaz actitud convencional en donde se proyecte emplear la potencia militar.

La potencia económica es no sólo un factor local de gran significación, sino también un ingrediente importante de la potencia militar. La prosperidad le provee a una nación la actitud para apoyar medidas militares. En cualquier situación estratégica, el grado de potencia que se requiere cae lógicamente dentro de dos mitades—aquella que es necesaria para producir resultados inmediatos en el área de conflicto y las reservas disponibles para reforzar el éxito o contrarrestar un revés. Por tanto, podría bien ser que una fuerza muy pequeña, rápidamente disponible, fuera suficiente para producir éxito a corto plazo. Sin embargo, el mantenimiento de ese éxito con frecuencia envolverá acción policial para una fuerza sustancialmente más grande durante un largo período.

El asunto de la presencia.

Consideremos ahora el asunto de la presencia. Nuevamente ésta puede ser predominantemente económica o militar—cualquiera de las dos puede ser deseable, dependiendo de las circunstancias. Debido al riesgo de una escalada, el valor disuasivo de una pequeña fuerza militar puede estar fuera de toda proporción con su actual actitud militar. Una de las mejores salvaguardias contra la guerra es la mera acción de disponer las propias tropas en tal posición que un agresor potencial tenga que entrar en contacto físico con ellas.

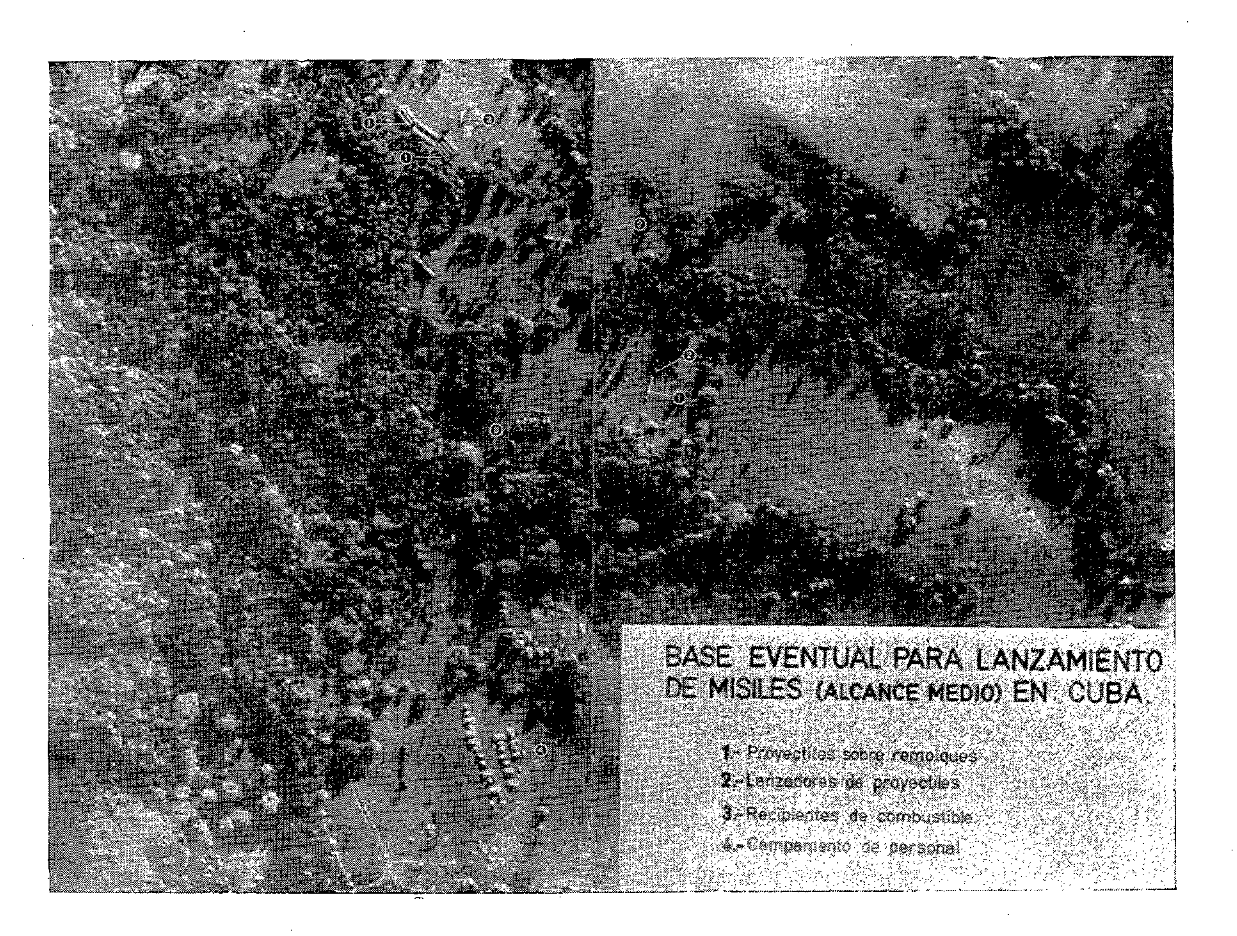
Por el otro haz de la moneda, con frecuencia la presencia comercial es la llave

para el mantenimiento de buenas relaciones en ciertas áreas. En tales circunstancias, la presión se puede ejercer mejor amenazando con retirar esa presencia o la ayuda económica de la cual depende la otra nación para mucha de su prosperidad.

Uno de los factores más poderosos en la ecuación es el tiempo de reacción. Un elemento crítico en la credibilidad de la política de disuasión de una nación es su actitud para tomar acción clásica decisiva e inmediata. Los problemas militares que se asocian con tal situación son principalmente de movimiento. Los problemas políticos son prodigiosos.

Cuando se consideran operaciones tales como la supresión de una insurrección o el movimiento de tropas para disuadir una acción agresiva, el problema militar estriba en reforzar inmediatamente una presencia militar existente o rápidamente establecer una nueva. El énfasis en la transportabilidad aérea del equipo y el establecimiento de una gran flota de aerotransporte, así como el mantener fuerzas en apresto tanto en el Reino Unido como en ultramar, todos han ayudado a Gran Bretaña a producir una reacción militar más rápida.

Los obstáculos políticos continúan inalterados. Todas las ventajas materiales logradas en el apresto de Gran Bretaña por los mejoramientos militares pueden descartarse si la reacción política es demasiado lenta. Los acontecimientos han demostrado que ella puede lograr una rápida reacción política.



BASE EVENTUAL PARA LANZAMIENTO DE MISILES (ALCANCE MEDIO) EN CUBA.

1.- Proyectiles sobre remolques
2.- Lanzadores de proyectiles
3.- Recipientes de combustible
4.- Campamento de personal

Probablemente el más notable de todos los éxitos estratégicos en años recientes fué la victoria de Estados Unidos en la crisis cubana. Aprovechándose del serio desprestigio que Estados Unidos había sufrido después de la Bahía de Cochinos, los soviéticos organizaron un formidable escalón de ataque nu-

clear de misiles y aeronaves y establecieron algunos miles de tropas en Cuba. Esta presencia se creó aparentemente para proteger a Cuba contra una mayor "agresión de Estados Unidos", pero de hecho representaba una amenaza permanente para el territorio nacional de Estados Unidos y los países de Centro y Sudamérica.

Si bien no cabe considerar que los soviéticos jamás pensaran seriamente emplear estas armas y tropas contra Estados Unidos, su mera presencia constituía una palanca mediante la cual se podía ejercer presión en negociaciones internacionales, así como en la confusión de la guerra fría.

Si la validez de esa política soviética se somete a prueba por la fórmula, se llegará a algunas conclusiones interesantes.

El prestigio internacional de los soviéticos era alto para cuando comenzaron a aumentar sus efectivos militares en Cuba. Sus recientes logros científicos eran notables. Satélites soviéticos habían captado la admiración del mundo, en tanto que los esfuerzos espaciales de Estados Unidos parecían modestos en comparación. Para el común de las gentes, parecía como si pudiera decirse lo mismo acerca de la investigación espacial.

En Europa, las fuerzas soviéticas habían estado mejorando constantemente su equipo y aptitud general. En la esfera política aún perduraba fresco el recuerdo del incidente del U-2.

La potencia.

Volviendo al problema de la potencia, se presenta un cuadro bastante diferente. La potencia envuelta en esta cuestión era puramente militar. Si acaso, había pocos asuntos económicos de importancia envueltos. Debido a que Cuba es una isla a miles de kilómetros de la Unión Soviética y a que las tropas soviéticas acantonadas en Cuba sólo podían emplearse en papeles de seguridad interna o anti-invasión, su aportación clásica a la situación era limitada. A lo sumo, podría decirse que su presencia era un disuasivo a la insurrección.

La potencia se definió en la fórmula como actitud clásica eficaz. Y para que se consideren eficaces, las fuerzas también tienen que ser móviles. Por tanto, si bien podría sostenerse airosamente que las tropas soviéticas en Cuba sofocaban eficazmente a los enemigos locales de Fidel Castro, estaban imposibilitadas de poder influir en cualquier acción que tomara Estados Unidos sin llegar a constituir una invasión.

El presidente John F. Kennedy reaccionó con extremada rapidez una vez se hizo evidente que las palabras no lograrían nada. Estableciendo el bloqueo contra Cuba y manteniéndose firme cuando los soviéticos trataron de forzar el asunto, les llevó a una situación en que sólo les quedaban dos posibles cursos racionales a seguir: abandonar a Cuba o declarar guerra. En la tensa situación que ya existía, el riesgo de que del último curso se produjera una guerra nuclear era claramente inaceptable para los soviéticos. Su reto había sido aceptado.

Desprestigio para la U. R. S. S.

Estableciendo con el mínimo de demora una presencia militar clásica en el área de disputa, el presidente Kennedy virtualmente ganó su batalla antes de que el Kremlin tuviera tiempo para comprender lo que había pasado. Desde luego, la secuela significó un desprestigio sustancial para la Unión Soviética. Es en términos del efecto de su prestigio, tanto en el país como en el exterior, que debe medirse esa victoria.

Para recapitular sobre esta situación teniendo presente la fórmula, al principio el valor del prestigio soviético era alto, pero su potencia clásica y su presencia eran limitadas en su aplicación. Debido a esto, su tiempo de reacción fué muy lento.

En cuanto a Estados Unidos concierne, su sólido, si bien ligeramente deslustrado, prestigio, fué enaltecido notablemente por una considerable potencia clásica que podía operar eficazmente. El hecho de que estos efectivos eran aerotransportados y embarcados y operaban en líneas externas, le proveía a Estados Unidos una presencia sustancial en el área. Esto era ayudado por el hecho de que Estados Unidos operaba desde bases territoriales seguras. El factor crítico, el tiempo de reacción de Estados Unidos, fué muy rápido, lo cual acrecentaba grandemente el valor del producto del resto.

Gran Bretaña adquiere actualmente la movilidad necesaria que le permita reaccionar eficazmente en casi cualquier tipo de situación de "brote armado" que probablemente enfrente. Pero con el asunto del prestigio están inexplicablemente envueltas la potencia y actitud para crear o reforzar una presencia militar. Gran Bretaña debe concentrar en acrecentar su prestigio globalmente. En todos los países, el problema será diferente, dependiendo de las pasadas relaciones.

Acción positiva.

Hoy día el prestigio se debe ganar y mantener por acción positiva. Mucho de esto ocurrirá en los ámbitos político y económico. Aunque sería admirable impedir una guerra principal por medio de una reacción relámpago, el acrecentamiento del prestigio de gran Bretaña depende de un constante mejoramiento en la imagen general que ella presenta al mundo. Después de todo, la acción militar no es sino una extensión de la política del Gobierno.

Resulta interesante considerar la política de Estados Unidos hacia aquellos que están en una situación menos afortunada. Basta recordar los principales desastres naturales de los quince últimos años, más o menos, para comprender cómo Estados Unidos rara vez ha perdido una oportunidad para ser el primero en acudir en ayuda, trayendo apoyo físico sustancial al área afectada.

A pesar de los vastos presupuestos de defensa y de la carga de la guerra de Vietnam, Estados Unidos ha continuado facilitando grandes sumas de dinero, así como grandes cantidades de buen equipo a precios de competencia para países en vías de desarrollo. Por tanto, a pesar de la guerra en Vietnam, el aspecto de la imagen de Estados Unidos que más comúnmente se conoce, es el de Estados Unidos como grande y generosa potencia económica más bien que como un coloso militar. Uno se pregunta a veces si aún se aprecia cabalmente o no la magnitud del poderío militar de Estados Unidos, excepto, afortunadamente, en lo recóndito del Kremlin y Pekín, aunque indudablemente el punto se comprende bien en Hanoi.

Valioso como puede ser el suministro de ayuda económica en el establecimiento del prestigio, y siendo como es la naturaleza humana, las naciones rara vez agradecen realmente la ayuda, siempre abrigan sospechas, y sus celos se provocan fácilmente. ¿Acaso no se dice con frecuencia que la forma rápida para perder un amigo es prestándole dinero?

Ayuda espontánea.

Probablemente la forma de ayuda que normalmente está libre de tales manchas es la que se provee espontáneamente para satisfacer una necesidad inesperada, tal como el apoyo para una área de desastre. Las fuerzas móviles de Gran Bretaña están bien equipadas para proveer tal ayuda y proveerla rápidamente. Unos cuantos cientos de miles de dólares invertidos en esta forma, sin esperar reciprocidad, puede no sólo redundar en un caudal extremadamente valioso de buena voluntad que ninguna cantidad de ayuda económica directa producirá, sino que también ayudan a demostrarle al mundo que Gran Bretaña aún está preparada para dar prioridad de sus responsabilidades como miembro de la Sociedad de Naciones. El valor de esto en el mantenimiento del prestigio de Gran Bretaña es obvio.

Este punto nos trae a la cuestión de la integridad y estabilidad política. A menos que otras naciones tengan fe en las promesas de Gran Bretaña y que, como nación unida, ésta pueda persuadirlas de que sabe qué dirección y para qué fin se esfuerza, serán inútiles casi todas las otras medidas para proveer potencia y formular políticas creibles. Por consiguiente, la integridad y estabilidad política están directamente relacionadas con la defensa. Es imposible pensar en una política defensiva en términos de aptitud militar solamente.

Y como ahora el éxito militar depende tanto de la rapidez, es obvio que no puede haber ninguna verdadera economía si se escatima en cuanto a la cuestión del equipo. Corresponde a las fuerzas armadas presentar un cuadro tan convincente como sea humanamente posible de su competencia profesional. Este cuadro no sólo le provee credibilidad a la aptitud militar de Gran Bretaña, sino que también refleja un estado de bienestar en ésta.

Bibliografía

REVISTAS

ESPAÑA

Africa, núm. 317, mayo de 1968.—El Vicepresidente del Gobierno habla a las Fuerzas Armadas. — La «historia» de las campañas de Marruecos.—El sentido del anticolonialismo moderno. — Africa, diez años después.—Vida hispano-africana.—Península.—El vicepresidente del Gobierno en las Cortes.—Fallecimiento de doña Pilar Gutiérrez Esteban de Días de Villegas.—Noticiario.—Plazas de Soberanía.—El Gobierno de la nación se preocupa por Ceuta.— Ceuta: Noticiario.—Melilla: Noticiario.—Guinea Ecuatorial.— Solemne celebración de la Semana Santa en Santa Isabel y Bata.—Noticiario.—Ifni: Jura de bandera.—Noticiario.—Sahara. — El almirante Fontán Lobé visita Villa Cisneros y Güera.—Noticiario.—Información Africana. El largo periplo musulmán de Hasán II.—Con Siaka Stevens inicia Sierra Leona una etapa de normalidad política.—Historia de treinta días.—Mundo Islámico: Jordania acentúa su resistencia.—La evolución actual de la R. A. U. en torno al «Programa del 30 de marzo».—Historia de treinta días.—Actividades comunistas en el mundo afroasiático.—La U. R. S. S., China y el Oriente Medio.—Inquietud en el Golfo Pérsico.—Noticiario.—Noticiario económico: El petróleo de Oriente Medio y Africa en 1967.—Revista de Prensa.—Publicaciones.—Legislación.

Energía Nuclear, núm. 52, marzo-abril. Editorial.—Algunos aspectos a tener en cuenta en la obra civil de las centrales nucleares de agua en ebullición a la luz de la experiencia obtenida en la de Santa María de Garoña.—Alteraciones de aroma en zumos de frutas irradiados.—Pilas de combustible.—El convenio de Viena y su aplicación.—Conferencia internacional sobre los problemas de la física de los blindajes de reactores.—Vocabulario científico. Noticiero.—Actividades editoriales.

Revista General de Marina, de mayo de 1968.—Hace setenta años.—Revisión y racionalización de las plantillas.—Temas profesionales.—La mecanización de las nóminas.—Estructuración de un grupo de investigación operativa. — Cuatro lustros de O. N. U.—Historia de la Mar.—La Virgen del Carmen de San Fernando y su vinculación con la Marina.—Miscelánea.—Noticiario.—Libros y Revistas.

FRANCIA

Revue de Defense Nationale, de abril de 1968.—El General Ailleret.—Reflexiones sobre la evolución actual de los transportes marítimos.—El arte de la guerra en la era nuclear.—El gas en Francia.—Los valores árabes en el mundo contemporáneo.—Los Estados escandinavos, a la hora de la decisión.—Desarrollo y perspectivas de la meteorología contemporánea.—Rusos y americanos, fente a China.—Variaciones sobre un tema secreto.—El prototipo en tierra del reactor nuclear para submarinos.—La política americana y la seguridad de Asia.—Los problemas del equilibrio en Estados Unidos.—Los generadores de radioelementos de vida corta.—La Iglesia católica, ante los problemas políticos.

Revue de Defense Nationale, mayo de 1968.—Las Naciones Unidas y sus problemas.—El arte de la guerra en la era nuclear (fin).—Diez años de política extranjera 1958-1968.—Las visiones del futuro del Almirante Castex.—El «Maghreb» en 1968.—La presencia naval soviética en el Mediterráneo.—Reflexiones sobre nuestra legislación de defensa.—Los Estados Unidos y Asia.—Sobre los materiales electrónicos militares.—Johnson elige la paz.—La crisis del oro.—El programa «Plowshare.—La guerra del Vietnam vista por el General Giap.—Manifestaciones de la potencia naval soviética.

Revue de Defense Nationale, junio-julio de 1968.—La política científica de Francia.—La incidencia de los gastos de las Fuerzas Armadas, en la Economía.—Confrontación extranjera en el Oriente próximo.—La Guayana aún desconocida.—Las perspectivas demográficas de los países subdesarrollados. — Concepciones estratégicas alemanas.—El Irán se enfrenta al arabismo sobre el Golfo Pérsico.—Los Estados y el mar, hoy y mañana.—El partido comunista francés y China.—Actualidad de la guerra de 1870.—Ante las elecciones americanas.—Expansión y huelga.—Franqueamiento de la barrera de idioma.—El año estratégico 1967.—El valor de las alianzas.

GRAN BRETAÑA

Flight International, núm. 3087, del 9 de mayo de 1968.—Mil aerobuses y cuatro competidores.—¿Un definitivo aerobús europeo?—Especulaciones sobre el «Concorde ¿palabras finales?—Los entusiastas.—Revisión sobre Hanover.—Visita a la Feria.—El año en que se fundó la RAF.—Más sobre el gran contrato.

Flight International, núm. 3088, del 16 de mayo de 1968.—Los fabricantes de armas; el mercado 1975-1985.—Conclusiones sobre seguridad aérea.—Irse largo o quedarse corto.—La «Caledonia» efectuará vuelos Europa-Estados Unidos.—Conferencia de profesores de vuelo.—La prueba a Flower Island.—Los documentos de la RAF.— La exhibición de Turín.—La B. A. C. en Estados Unidos.—Proyectos franceses de cohetes lanzadores.—Objetivos espaciales europeos.—En el escenario de la feria aérea.—¿Aviones 707 para las Fuerzas Aéreas Australianas?

Flight International, núm. 3089, del 23 de mayo de 1968.—La seguridad aérea y el «Board of Trade».—Ventas de la Air Holdings.—Datos provisionales del DC-10. Acciones mínimas de seguridad aérea.—Más aviones y muchos más asientos.—Una necesidad vital.—El intercambio de información sobre la seguridad.—Cinco horas en la Base Edwards.—Los primeros paracaidistas de la RAF.—Vehículos de colchón de aire.—Aeronaves V-Stol 1968; una relación de «Flight» sobre los distintos tipos y proyectos: Canadá, Francia, Alemania Occidental, India, Italia, Japón, Polonia, Estados Unidos, Rusia.—Los objetivos espaciales europeos.—La Marina de Estados Unidos inspecciona el «Mirage G».